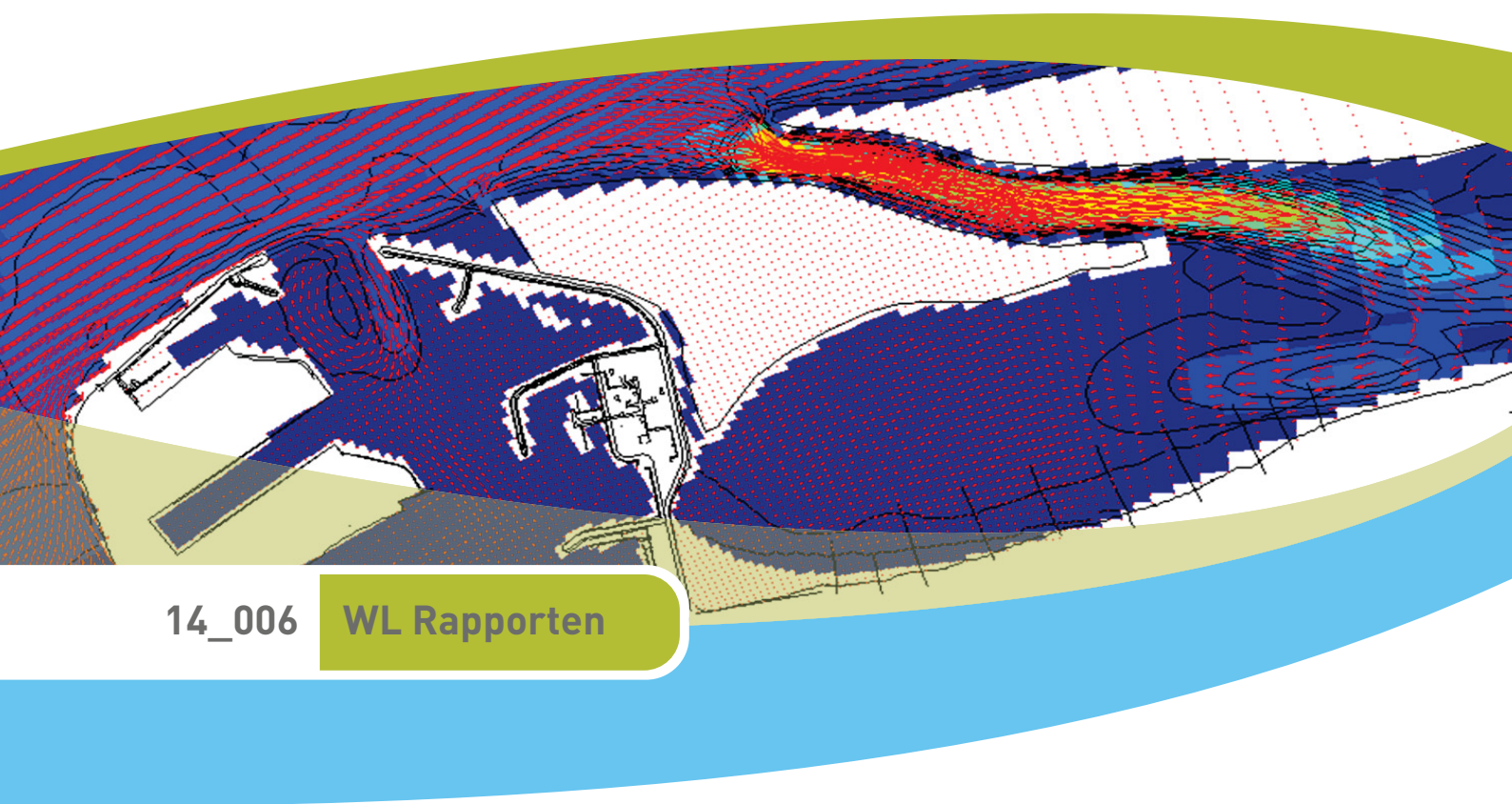




departement
**Mobiliteit en
Openbare Werken**

Eilanden Oostkust

Deelrapport 1 : EFFECTEN VAN DE EILANDEN OP DE STROMING



14_006

WL Rapporten



Eilanden Oostkust

Deelrapport 1 – Effecten van de eilanden op de stroming

Delecluyse, K.; Vanlede, J.; De Maerschallck, B.; Verwaest, T.; Mostaert, F.

Juli 2014

WL2014R14_006_1

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Delecluyse, K.; Vanlede, J.; De Maerschalck, B.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2014). Eilanden Oostkust: Deelrapport 1 – Effecten van de eilanden op de stroming. Versie 4.0. WL Rapporten, 14_006. Waterbouwkundig Laboratorium & IMDC: Antwerpen, België.

Opgemaakt door:



Waterbouwkundig Laboratorium

Flanders Hydraulics Research

Berchemlei 115
B-2140 Antwerpen
Tel. +32 (0)3 224 60 35
Fax +32 (0)3 224 60 36
E-mail: waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be
www.waterbouwkundiglaboratorium.be

In samenwerking met:



IMDC



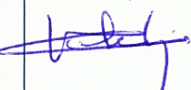


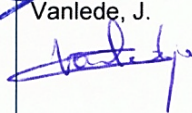
Coveliersstraat 15
B-2600 Berchem (Antwerp)
tel +32 3 270 92 95
fax +32 3 235 67 11
Email: info@imdc.be

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welk andere wijze ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

Documentidentificatie

Titel:	Eilanden Oostkust: Deelrapport 1 – Effecten van de eilanden op de stroming		
Opdrachtgever:	MOW - aMT	Ref.:	WL2014R14_006_1
Keywords (3-5):			
Tekst (p.):	31	Bijlagen (p.):	/
Vertrouwelijk:	<input type="checkbox"/> Ja	Uitzondering:	<input type="checkbox"/> Opdrachtgever
			<input type="checkbox"/> Intern
			<input type="checkbox"/> Vlaamse overheid
		Vrijgegeven vanaf: Juli 2014	
	<input checked="" type="checkbox"/> Nee	<input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar	

Goedkeuring

Auteur	Revisor	Projectleider	Coördinator Studie & Advies	Afdelingshoofd
Delecluyse, K. 	De Maerschallck, B. 	Vanlede, J. 	Verwaest, T. 	Mostaert, F. 
Vanlede, J. 				

Revisies

Nr.	Datum	Omschrijving	Auteur(s)
1.0	4/02/2014	Conceptversie	Delecluyse, K.
2.0	07/02/2014	Inhoudelijke revisie	Vanlede, J.; De Maerschallck, B.
3.0	14/05/2014	Revisie opdrachtgever	Maes, E.
4.0	09/07/2014	Definitieve versie	Vanlede, J.

Abstract

Voor de eilanden ten oosten van Zeebrugge die op het masterplan Vlaamse Baaien staan ingetekend, bestaat de onderzoeksvraag wat het risico is voor aanslibbing achter de eilanden.

Dit rapport beschrijft de numerieke modellen en de simulaties die werden uitgevoerd ter voorbereiding van een expert-workshop op 13/02/2014. De geformuleerde opmerkingen en gevolgtrekkingen op de expertensworkshop zijn in deze rapportage verwerkt.

Inhoudstafel

Inhoudstafel	I
Lijst van de figuren	II
1. Inleiding	1
2. Het numeriek model	2
2.1. Modeldomein en grid	2
2.2. Scenario's	3
2.2.1. Inleiding	3
2.2.2. Verticale referentie van de bathmetrie	4
2.2.3. Scenario 1: Referentie	4
2.2.4. Scenario 2: Vlaamse Baaien (zonder doorsteek Zeebrugge)	6
2.2.5. Scenario 3: Vlaamse Baaien (met doorsteek Zeebrugge)	7
3. Resultaten	8
3.1. Snelheidsvelden	9
3.1.1. Scenario 1: Huidige toestand	9
3.1.2. Scenario 2: Vlaamse Baaien (zonder doorsteek haven Zeebrugge)	10
3.1.3. Scenario 3: Vlaamse Baaien (met doorsteek Zeebrugge)	13
3.1.4. Verschil in stroomsnelheid scenario 1 – scenario 2	16
3.1.5. Verschil in stroomsnelheid scenario 1 – scenario 3	17
3.1.6. Verschil in stroomsnelheid scenario 2 – scenario 3	18
3.2. Bodemschuifspanningen t.g.v. stroming	20
3.2.1. Scenario 1: Huidige toestand	20
3.2.2. Scenario 2: Vlaamse Baaien (zonder doorsteek haven Zeebrugge)	21
3.2.3. Scenario 3: Vlaamse Baaien (met doorsteek haven Zeebrugge)	23
3.2.4. Verschil bodemschuifspanning scenario 1 – scenario 2	25
3.2.5. Verschil bodemschuifspanning scenario 1 – scenario 3	26
3.2.6. Verschil bodemschuifspanning scenario 2 – scenario 3	27
4. Conclusies	29
4.1. Snelheid	29
4.2. Bodemschuifspanning	29
4.3. Aanbevelingen	29
5. Referenties	31

Lijst van de figuren

Figuur 1: Blauwdruk Masterplan Vlaamse Baaien.....	1
Figuur 2: Modeldomein A3_3D_v4.1	2
Figuur 3: Detail van het grid in en rond Zeebrugge	2
Figuur 4: Bathymetrie mondingsgebied scenario J1-HD104 (IMDC).....	3
Figuur 5: Bathymetrie van scenario 2. De polygoon geeft aan welk deel van de bathymetrie werd overgenomen uit scenario J1-HD104	4
Figuur 6: Bathymetrie referentie model	5
Figuur 7: Detail referentie-bathymetrie mondingsgebied.....	5
Figuur 8: Bathymetrie scenario eilanden oostkust.....	6
Figuur 9: Detail van de bathymetrie van de eilanden en mondingsgebied (zonder doorsteek Zeebrugge)	6
Figuur 10: Detail van de bathymetrie van scenario 3 – verbinding Appelzak-CDNB	7
Figuur 11: scenario huidige toestand, snelheidsveld bij vloed (springtij).....	9
Figuur 12: scenario huidige toestand, snelheidsveld bij eb (springtij)	9
Figuur 13: scenario huidige toestand, maximale stroomsnelheden over een getij (springtij)	9
Figuur 14: scenario Vlaamse Baaien (zonder doorsteek), snelheidsveld bij vloed (springtij).....	10
Figuur 15: scenario Vlaamse Baaien (zonder doorsteek), snelheidsveld bij eb (springtij)	10
Figuur 16: scenario Vlaamse Baaien (zonder doorsteek), maximale stroomsnelheden over een getij (springtij).....	10
Figuur 17: scenario Vlaamse Baaien (zonder doorsteek), snelheidsveld bij vloed (springtij).....	11
Figuur 18: scenario Vlaamse Baaien (zonder doorsteek), snelheidsveld bij eb (springtij)	11
Figuur 19: scenario Vlaamse Baaien (zonder doorsteek), maximale stroomsnelheden over een getij (springtij).....	11
Figuur 20: scenario Vlaamse Baaien (zonder doorsteek), snelheidsvectoren bij vloed (springtij)	12
Figuur 21: scenario Vlaamse Baaien (zonder doorsteek), snelheidsvectoren bij eb (springtij)	12
Figuur 22: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), snelheidsveld bij vloed (springtij).....	13
Figuur 23: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), snelheidsveld bij eb (springtij)	13
Figuur 24: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), maximale stroomsnelheden over een getij (springtij)	13
Figuur 25: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), detailbeeld snelheidsveld bij vloed (springtij)	14
Figuur 26: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), detailbeeld snelheidsveld bij eb (springtij).....	14
Figuur 27: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), detailbeeld maximale stroomsnelheden over een getij (springtij)	14
Figuur 28: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), snelheidsvectoren bij vloed (springtij)	15
Figuur 29: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), snelheidsvectoren bij eb (springtij)	15
Figuur 30: verschil in stroomsnelheden scenario 1 – scenario 2 bij vloed (springtij).....	16
Figuur 31: verschil in stroomsnelheden scenario 1 – scenario 2 bij eb (springtij)	16
Figuur 32: verschil in maximale stroomsnelheden scenario 1 – scenario 2 over een getij (springtij).....	16
Figuur 33: verschil in stroomsnelheden scenario 1 - scenario 3 bij vloed (springtij).....	17
Figuur 34: verschil in stroomsnelheden scenario 1 - scenario 3 bij eb (springtij)	17

Figuur 35: verschil in maximale stroomsnelheden scenario 1 - scenario 3 over een getij (springtij).....	17
Figuur 36: detailbeeld verschil in stroomsnelheden scenario 2 – scenario 3 bij vloed (springtij)	18
Figuur 37: detailbeeld verschil in stroomsnelheden scenario 2 – scenario 3 bij eb (springtij).....	18
Figuur 38: detailbeeld verschil in maximale stroomsnelheden scenario 2 – scenario 3 over een getij (springtij).....	19
Figuur 39: scenario huidige toestand, bodemschuifspanningen bij vloed (springtij)	20
Figuur 40: scenario huidige toestand, bodemschuifspanningen bij eb (springtij)	20
Figuur 41: scenario huidige toestand, maximale bodemschuifspanningen over een getij (springtij).....	20
Figuur 42: scenario Vlaamse Baaien (zonder doorsteek), bodemschuifspanningen bij vloed (springtij)	21
Figuur 43: scenario Vlaamse Baaien (zonder doorsteek), bodemschuifspanningen bij eb (springtij)	21
Figuur 44: scenario Vlaamse Baaien (zonder doorsteek), maximale bodemschuifspanningen over een getij (springtij).....	21
Figuur 45: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), detailbeeld maximale bodemschuifspanningen over een getij (springtij)	22
Figuur 46: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), bodemschuifspanningen bij vloed (springtij)	23
Figuur 47: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), bodemschuifspanningen bij eb (springtij)	23
Figuur 48: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), maximale bodemschuifspanningen over een getij (springtij).....	23
Figuur 49: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), detailbeeld maximale bodemschuifspanningen over een getij (springtij)	24
Figuur 50: verschil bodemschuifspanningen scenario 1 – scenario 2 bij vloed (springtij)	25
Figuur 51: verschil bodemschuifspanningen scenario 1 – scenario 2 bij eb (springtij).....	25
Figuur 52: verschil maximale bodemschuifspanningen scenario 1 – scenario 2 over een getij (springtij)	25
Figuur 53: verschil bodemschuifspanningen scenario 1 – scenario 3 bij vloed (springtij)	26
Figuur 54: verschil bodemschuifspanningen scenario 1 – scenario 3 bij eb (springtij).....	26
Figuur 55: verschil maximale bodemschuifspanningen scenario 1 – scenario 3 over een getij (springtij)	26
Figuur 56: detailbeeld verschil bodemschuifspanningen scenario 2 – scenario 3 bij vloed (springtij).....	27
Figuur 57: detailbeeld verschil bodemschuifspanningen scenario 2 – scenario 3 bij eb (springtij)	27
Figuur 58: detailbeeld verschil maximale bodemschuifspanningen scenario 2 – scenario 3 over een getij (springtij).....	28

1. Inleiding

Figuur 1 geeft de blauwdruk weer van Vlaamse Baaien zoals voorgesteld door de Vlaamse minister bevoegd voor Mobiliteit en Openbare Werken Hilde Crevits, op 26/11/2013. Voor de eilanden ten oosten van Zeebrugge die op het plan staan ingetekend, bestaat de onderzoeksvraag wat het risico is voor aanslibbing achter de eilanden zoals ze nu staan ingetekend.

Dit rapport beschrijft de numerieke modellen en de simulaties die werden uitgevoerd ter voorbereiding van een expert-workshop op 13/02/2014.



Figuur 1: Blauwdruk Masterplan Vlaamse Baaien

2. Het numeriek model

2.1. Modeldomein en grid

Het gebruikte basismodel is A3_3D_v4.1. Dit is een Zeebrugge schematisatie die werd ontwikkeld binnen het project 00_067 *Slibmodel Zeebrugge* (Leyssen *et al.*, 2012).

Het model reikt van Nieuwpoort tot Domburg en bevat een deel van de Scheldemonding, Figuur 2. Dit model telt ongeveer 67.000 cellen horizontaal en 6 σ -lagen verticaal, dus meer dan 400.000 cellen in totaal. Gridresolutie varieert tussen de 50m in en rond de haven van Zeebrugge tot 500m offshore.



Figuur 2: Modeldomein A3_3D_v4.1



Figuur 3: Detail van het grid in en rond Zeebrugge

2.2. Scenario's

2.2.1. Inleiding

Tabel 1 geeft een overzicht van de scenario's die binnen dit rapport worden besproken.

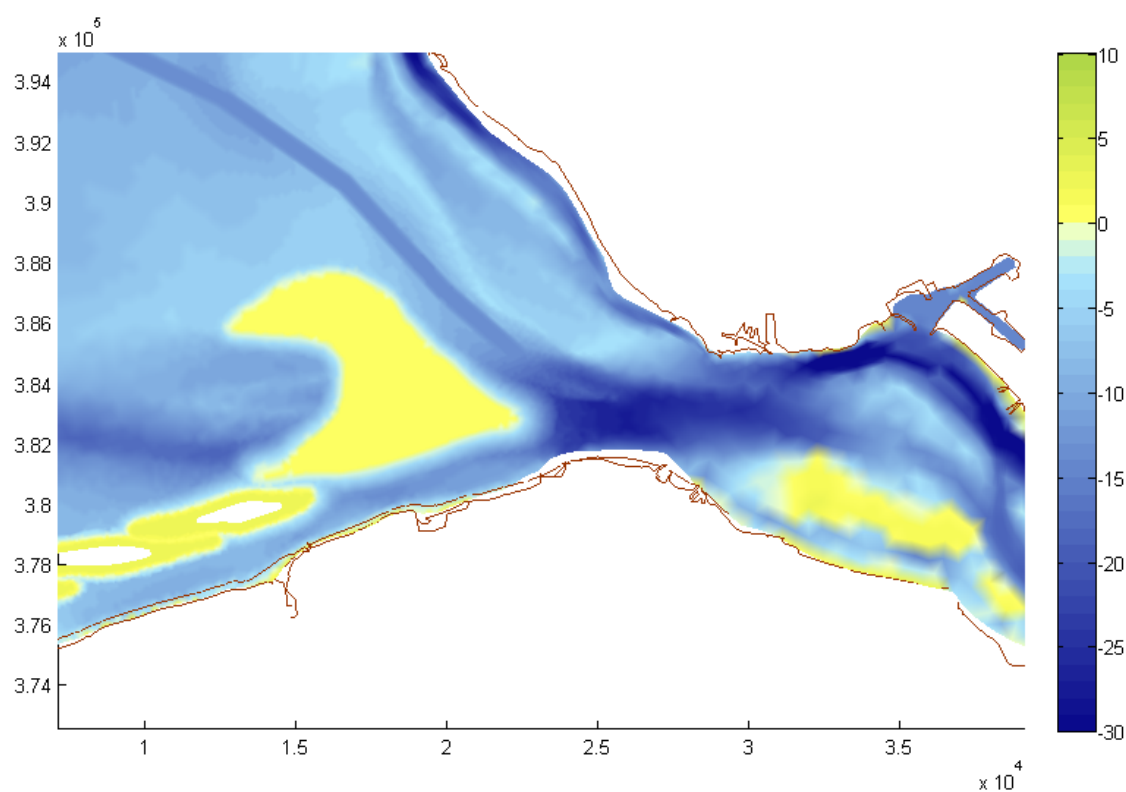
Tabel 1: overzicht scenario's

Scenario naam	Bathymetrie
Scenario 1	Referentie bathymetrie (huidige bathymetrie, Leyssen et al., 2012)
Scenario 2	Referentie bathymetrie + Eilanden, zonder doorsteek naar de haven
Scenario 3	Referentie bathymetrie + Eilanden, met doorsteek naar de haven

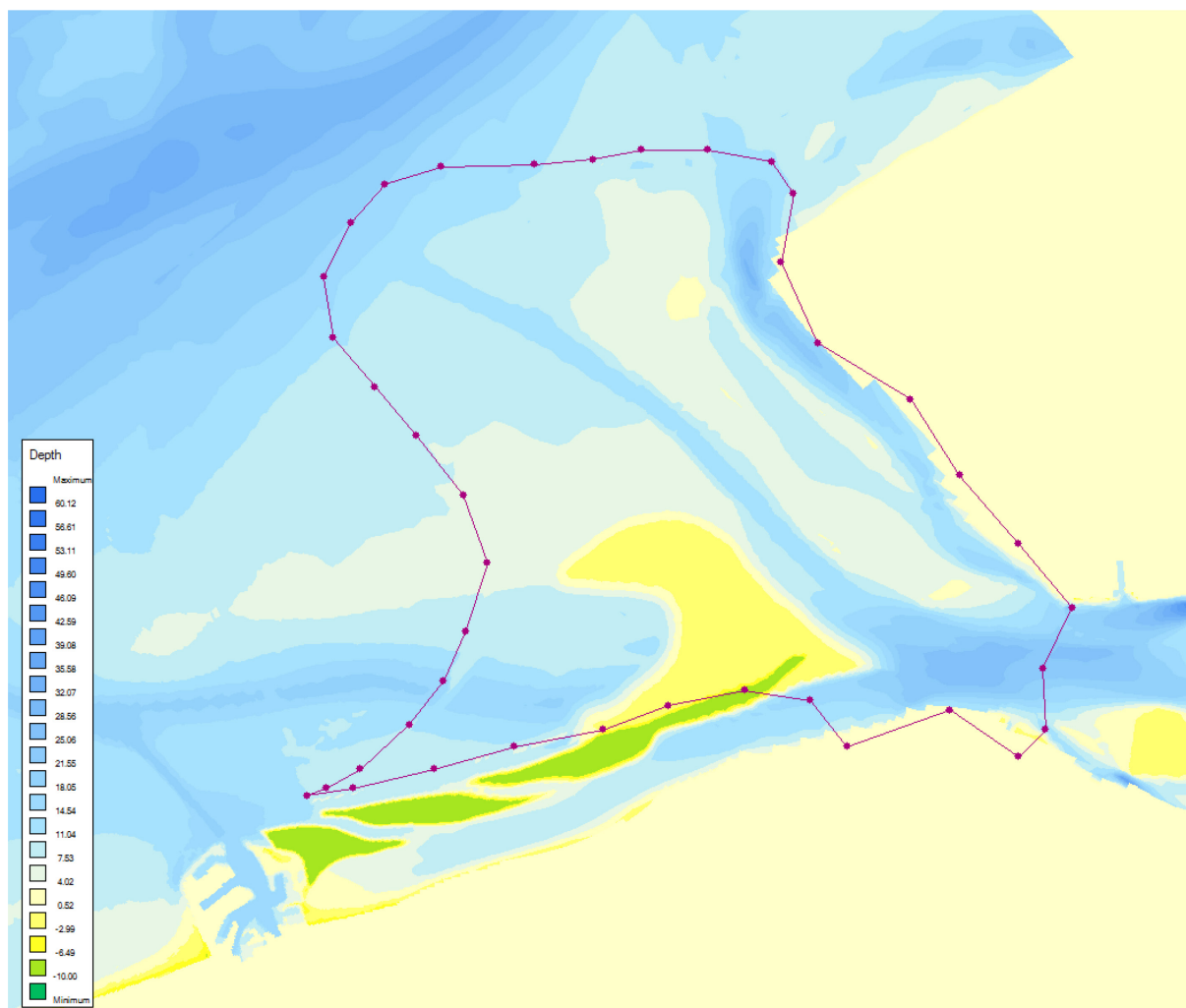
Voor scenario's 2 en 3 werd een bathymetrie opgemaakt op basis van de blauwdruk Vlaamse Baaien (voor de geometrie van de eilanden en geulen ten oosten van Zeebrugge, zie Figuur 1).

Hieraan aanvullend werd een extra verondieping voorzien in het mondingsgebied om het lokale golfklimaat te beïnvloeden. Hiervoor werd de bathymetrie van het scenario J1-HD104 dat eerder door IMDC beproefd is geweest gebruikt, zie Figuur 4. Deze extra verondieping heeft een diepte van 0,33m NAP. Deze kleinere diepte bleek nodig om voldoende bescherming tegen golfdoordringing te hebben op het meest oostelijke stuk van het tracé, teneinde daar estuariene vaart toe te laten.

De polygoon in Figuur 5 geeft aan over welke zone de bathymetrie van het scenario J1-HD104 werd gebruikt. Naast een verondieping ter hoogte van de Vlake van de Raan, bevat deze bathymetrie ook een aangepaste vaargeul ter vervanging van de (bestaande) geul van de Wielingen, die in dit scenario is gedempt.



Figuur 4: Bathymetrie mondingsgebied scenario J1-HD104 (IMDC)



Figuur 5: Bathymetrie van scenario 2.

De polygoon geeft aan welk deel van de bathymetrie werd overgenomen uit scenario J1-HD104

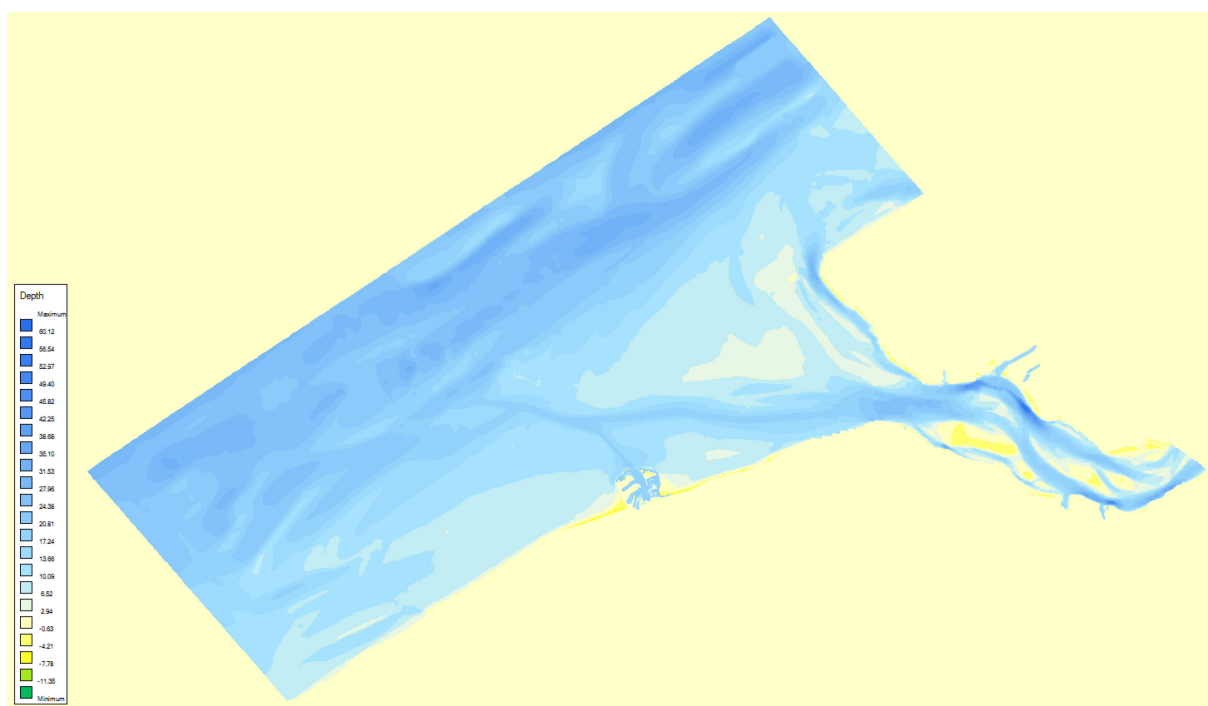
2.2.2. Verticale referentie van de bathymetrie

De verticale referentie doorheen het rapport is NAP.

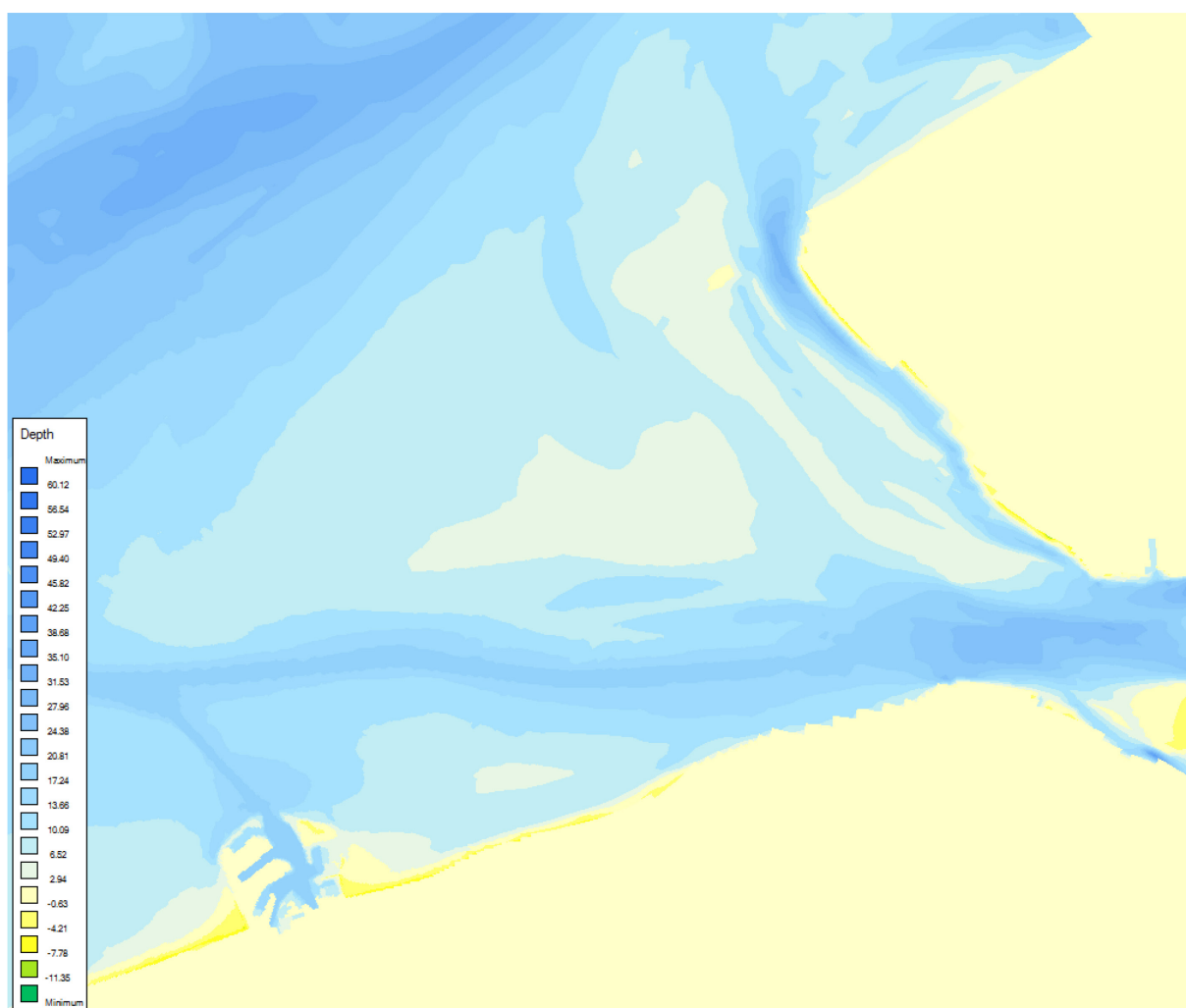
2.2.3. Scenario 1: Referentie

In dit scenario wordt de huidige toestand gesimuleerd. Deze simulatie zal vergeleken worden met de overige simulaties om de invloed van de ingrepen op stroomsnelheden en bodemschuifspanningen na te gaan.

Figuur 6 tot Figuur 7 geven een beeld van de bathymetrie in dit scenario (referentie bathymetrie).



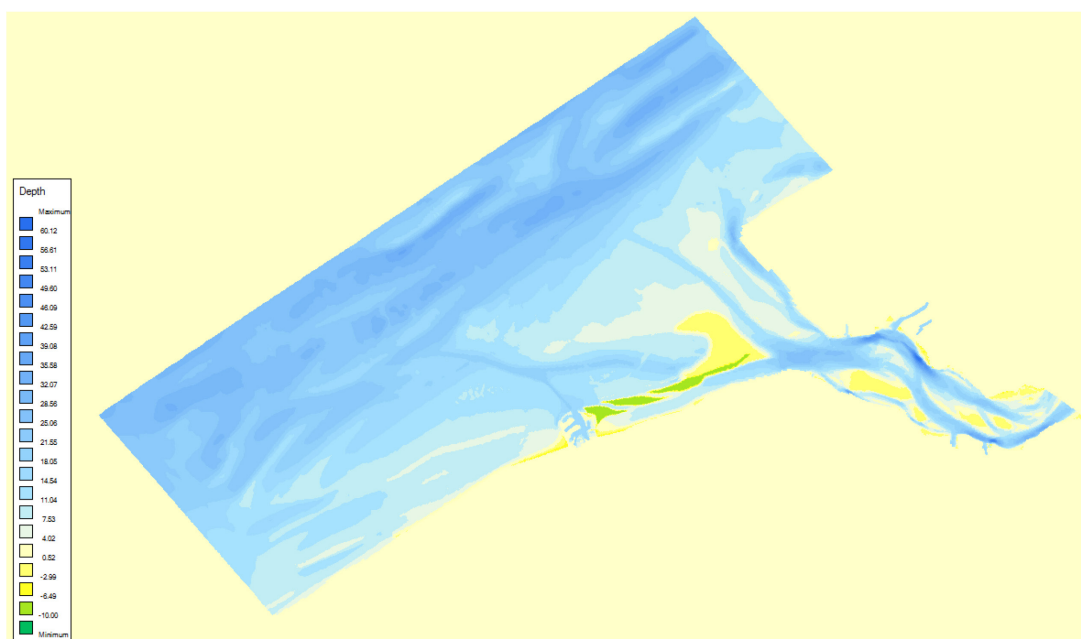
Figuur 6: Bathymetrie referentie model



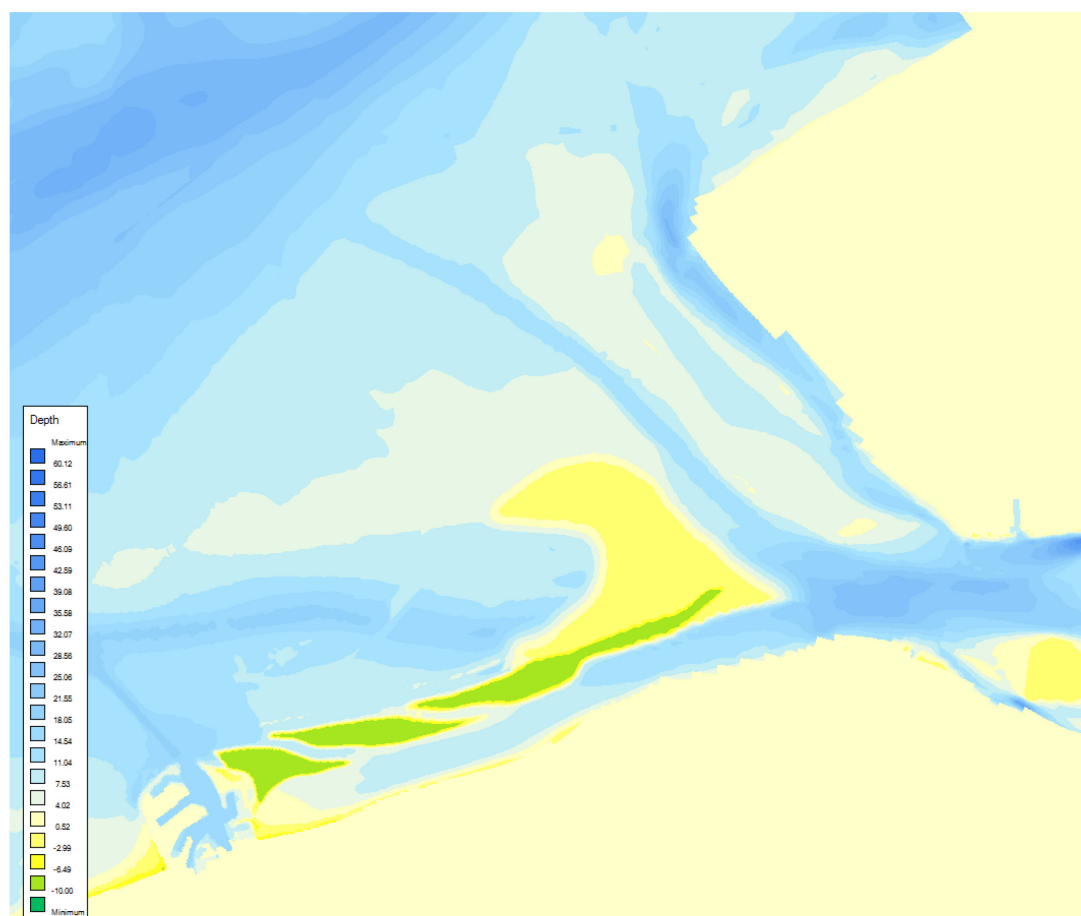
Figuur 7: Detail referentie-bathymetrie mondingsgebied

2.2.4. Scenario 2: Vlaamse Baaien (zonder doorsteek Zeebrugge)

Figuur 8 en Figuur 9 geven de bathymetrie weer van het scenario *Eilanden Oostkust* – i.e. de inplanting van drie onoverstroombare eilanden ten oosten van de haven van Zeebrugge - volgens de blauwdruk Vlaamse Baaien. In dit scenario is Zeebrugge enkel toegankelijk via de bestaande havenmond. Er is geen extra doorgang voorzien in de oostelijke havendam.



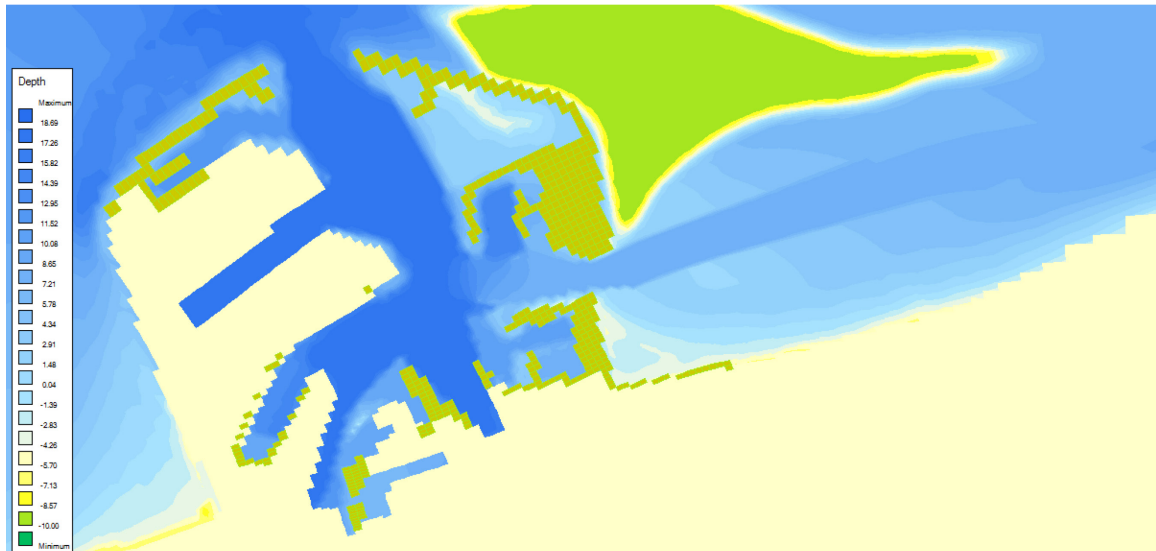
Figuur 8: Bathymetrie scenario eilanden oostkust



Figuur 9: Detail van de bathymetrie van de eilanden en mondingsgebied (zonder doorsteek Zeebrugge)

2.2.5. Scenario 3: Vlaamse Baaien (met doorsteek Zeebrugge)

In dit scenario wordt het voorgaande scenario voorzien van een extra toegang tot de haven van Zeebrugge ter hoogte van de bestaande oostelijke havendam, zie Figuur 10. Een geul verbindt de Appelzak met het Centrale Deel van de Nieuwe Buitenhaven (CDNB). Deze geul heeft een diepte van ca. 8,5m NAP vertrekkend van de Appelzak tot aan de nieuwe ingang in de oostelijke havendam. Vanaf de nieuwe ingang vertoont de bodem een graduele helling tot in de haven, waar de bodem een diepte heeft van ca. 17m NAP. In de rest van het domein is de bathymetrie onveranderd ten opzichte van scenario 2 in Figuur 8 en Figuur 9.



Figuur 10: Detail van de bathymetrie van scenario 3 – verbinding Appelzak-CDNB

3. Resultaten

Voor de drie scenarios worden visualisaties opgenomen van de stroomsnelheid (maximale ebstroom bij springtij, maximale vloedstroom bij springtij en maximale stroomsnelheden over een volledig springtij) en van de bodemschuifspanning (tijdens maximale ebstroom bij springtij, tijdens maximale vloedstroom bij springtij en maximale bodemschuifspanning over een volledig springtij).

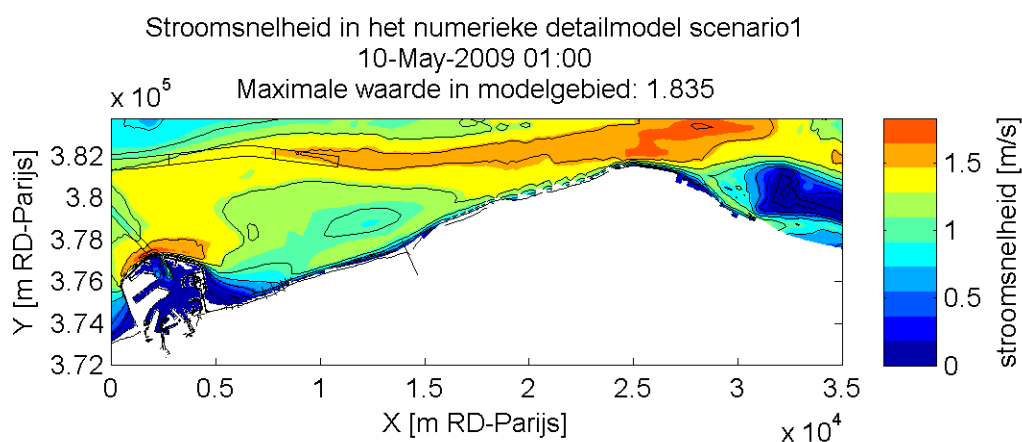
De snelheidsvelden zijn gemiddeld over de bovenste 10m volgens de methode van nautical forces equivalent, zodat ze maatgevend zijn voor de snelheid die een schip “voelt”.

De gepresenteerde bodemschuifspanningen zijn indicatief in hun absolute waarden, en zijn niet gecalibreerd tegen rechtstreekse metingen van bodemschuifspanning. Bodemschuifspanning wordt gepresenteerd, aangezien deze van belang is voor de erosie van cohesief materiaal, wat in de kern ligt van de gestelde onderzoeksvraag.

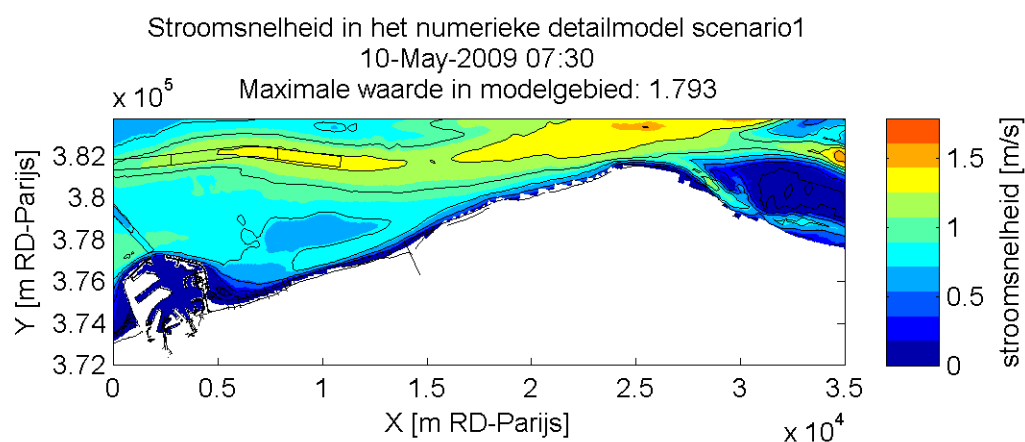
Verder worden ook verschilfiguren van al deze grootheden opgenomen tussen de 3 scenario's.

3.1. Snelheidsvelden

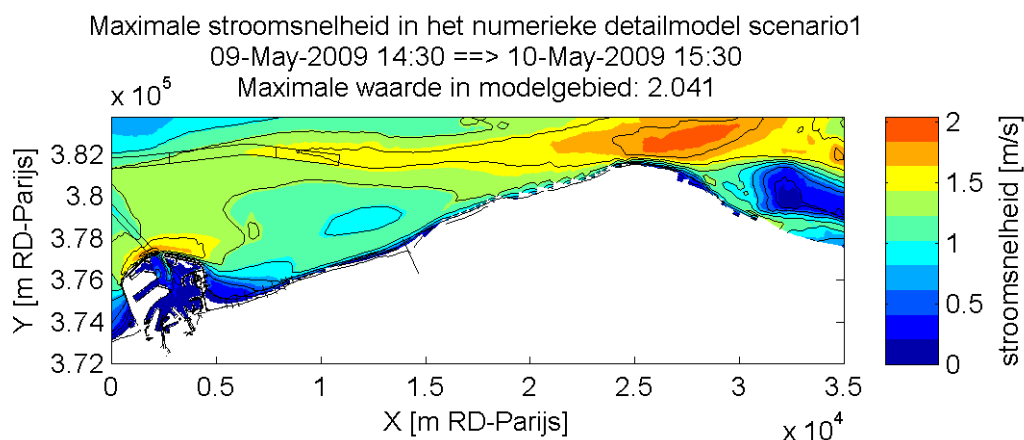
3.1.1. Scenario 1: Huidige toestand



Figuur 11: scenario huidige toestand, snelheidsveld bij vloed (springtij)

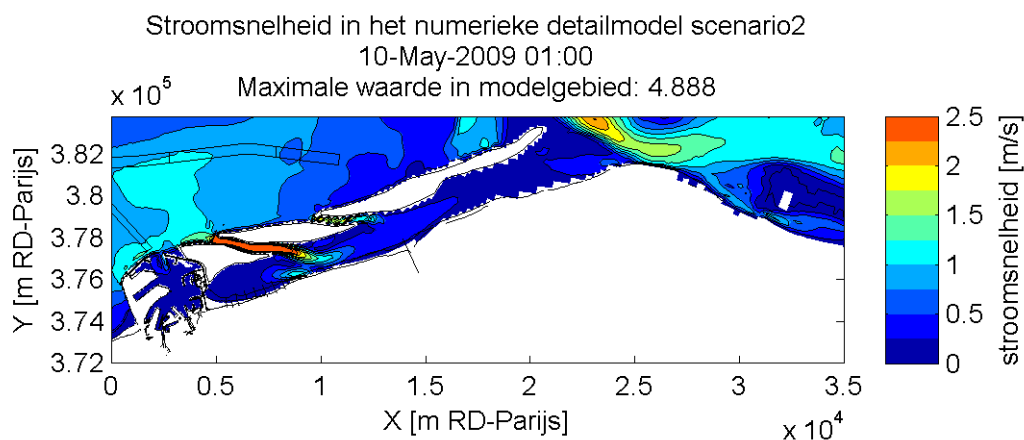


Figuur 12: scenario huidige toestand, snelheidsveld bij eb (springtij)

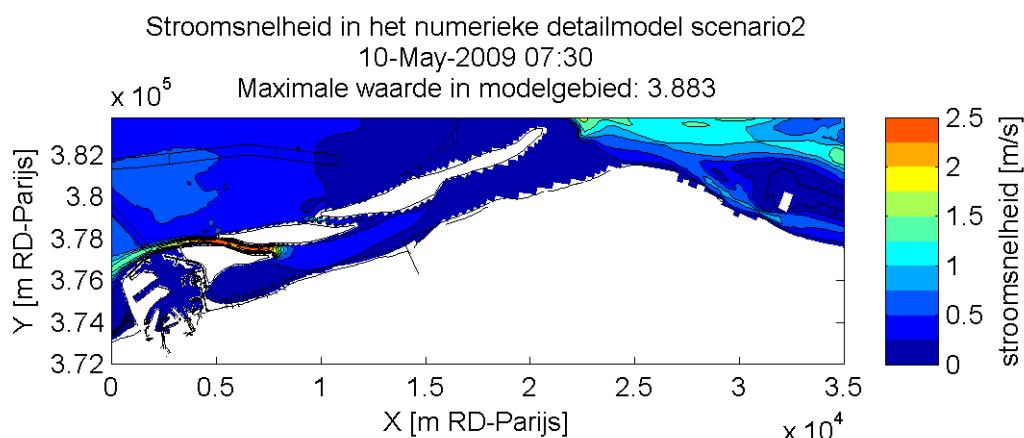


Figuur 13: scenario huidige toestand, maximale stroomsnelheden over een getij (springtij)

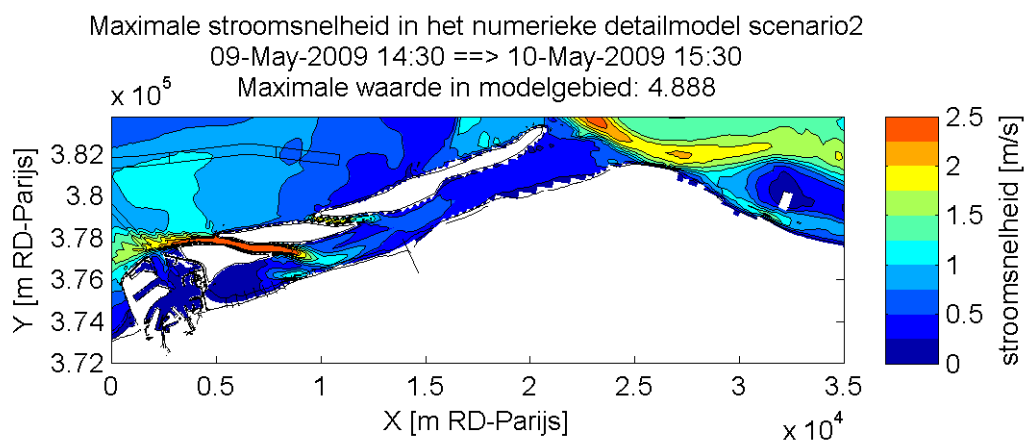
3.1.2. Scenario 2: Vlaamse Baaien (zonder doorsteek haven Zeebrugge)



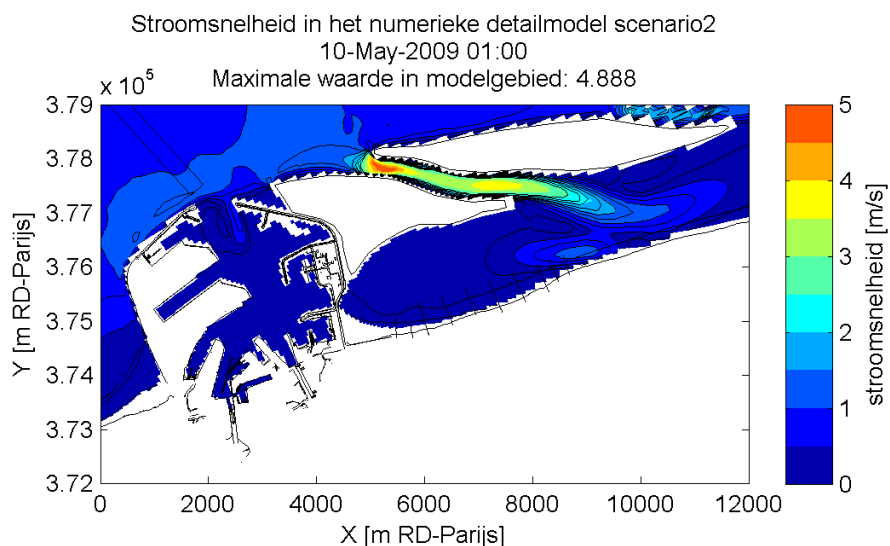
Figuur 14: scenario Vlaamse Baaien (zonder doorsteek), snelheidsveld bij vloed (springtij)



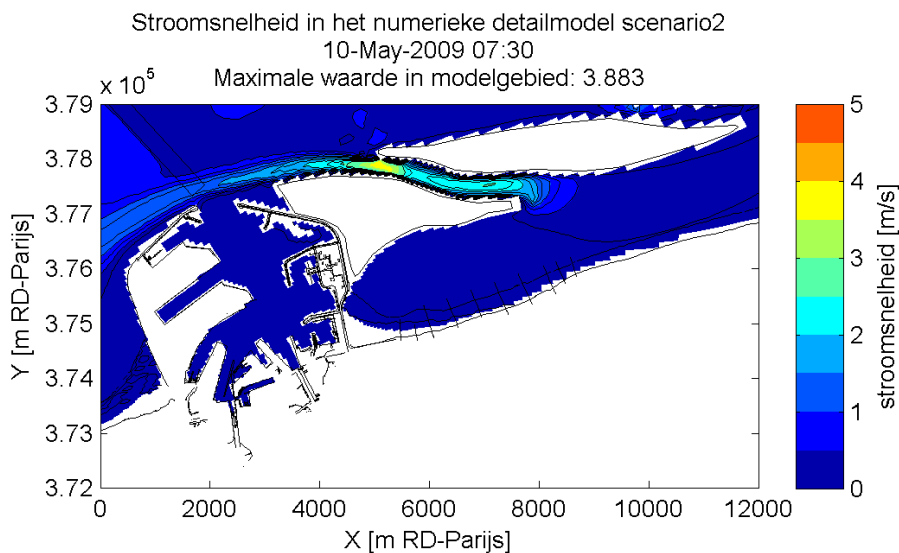
Figuur 15: scenario Vlaamse Baaien (zonder doorsteek), snelheidsveld bij eb (springtij)



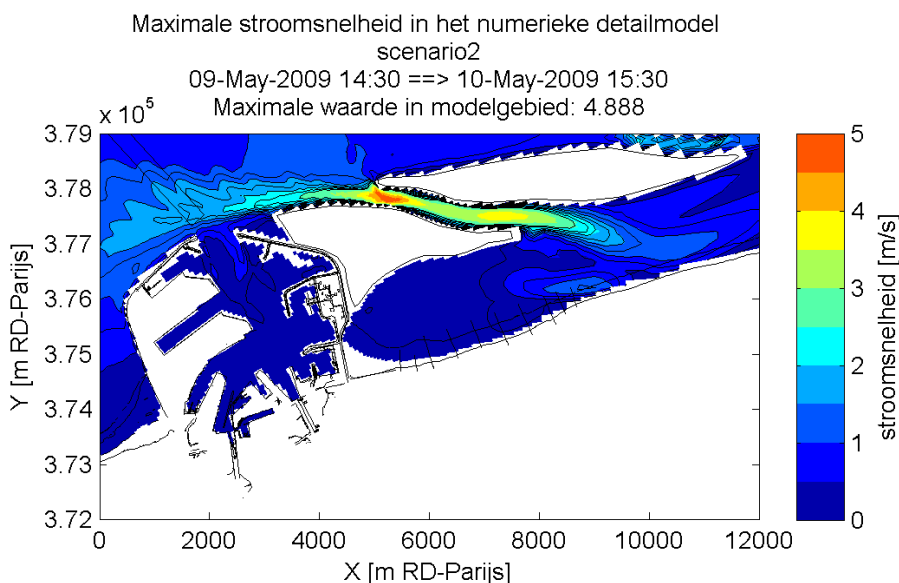
Figuur 16: scenario Vlaamse Baaien (zonder doorsteek), maximale stroomsnelheden over een getij (springtij)



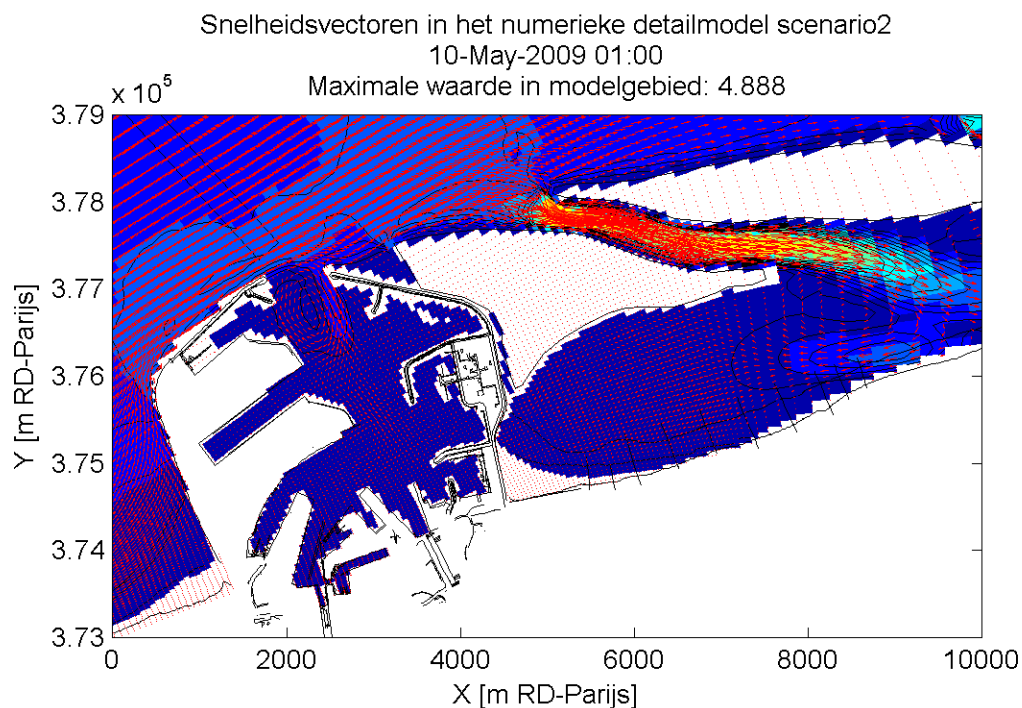
Figuur 17: scenario Vlaamse Baaien (zonder doorsteek), snelheidsveld bij vloed (springtij)



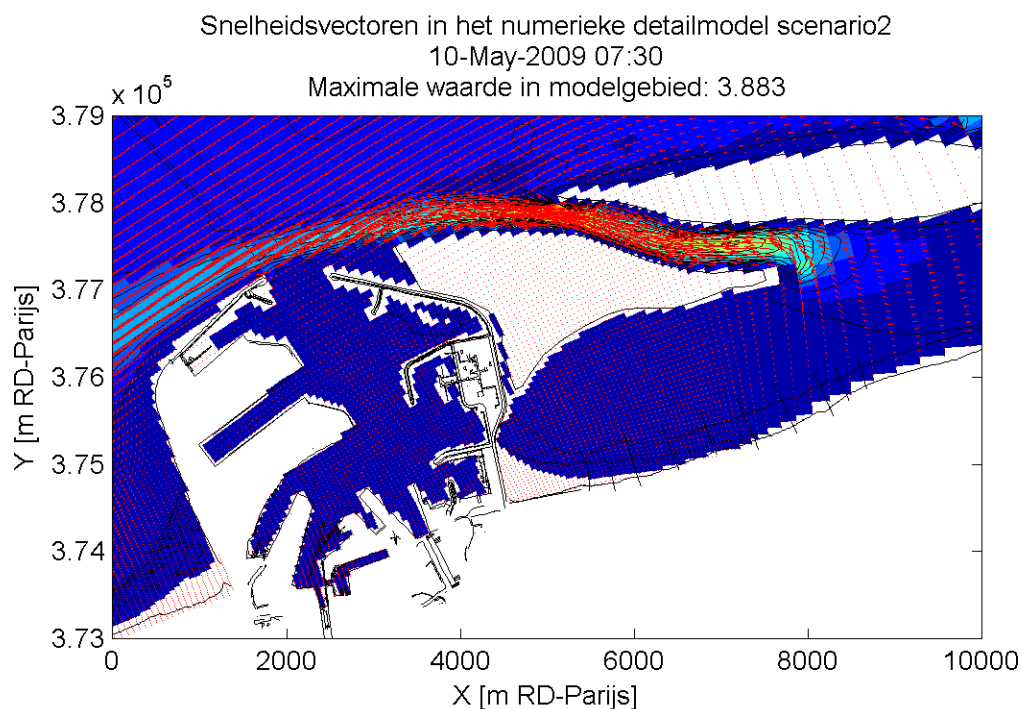
Figuur 18: scenario Vlaamse Baaien (zonder doorsteek), snelheidsveld bij eb (springtij)



Figuur 19: scenario Vlaamse Baaien (zonder doorsteek), maximale stroomsnelheden over een getij (springtij)

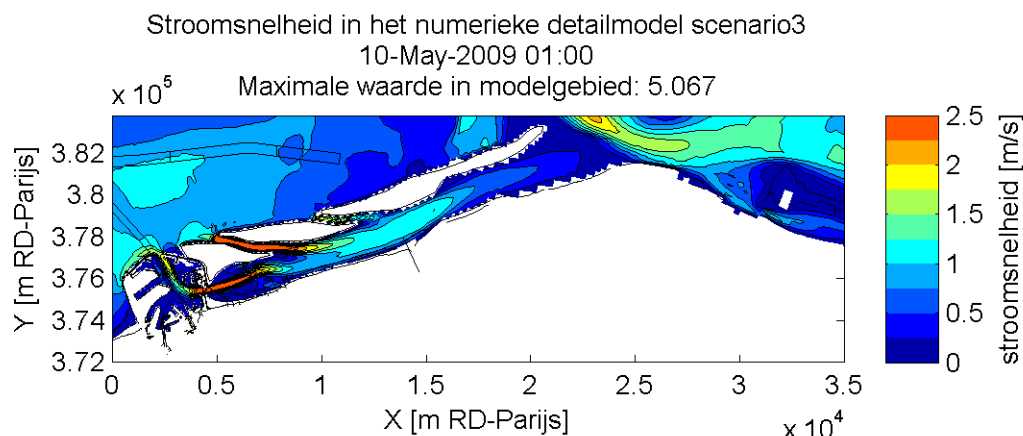


Figuur 20: scenario Vlaamse Baaien (zonder doorsteek), snelheidsvectoren bij vloed (springtij)

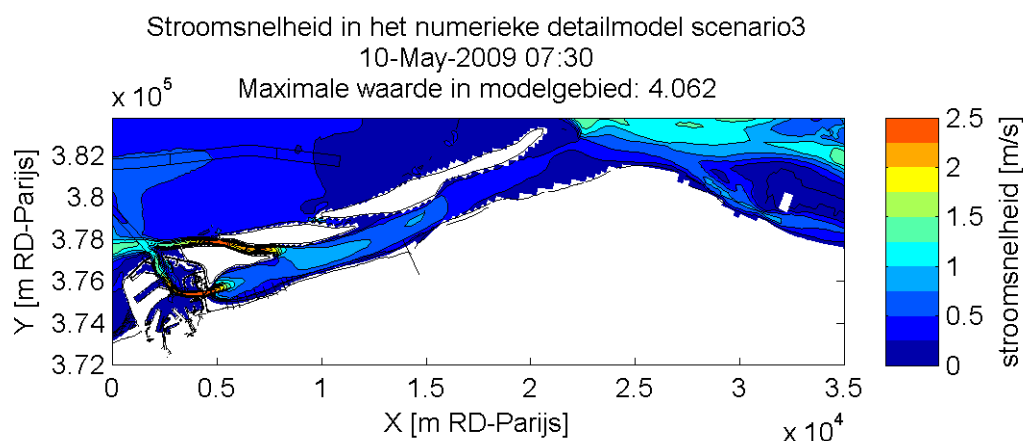


Figuur 21: scenario Vlaamse Baaien (zonder doorsteek), snelheidsvectoren bij eb (springtij)

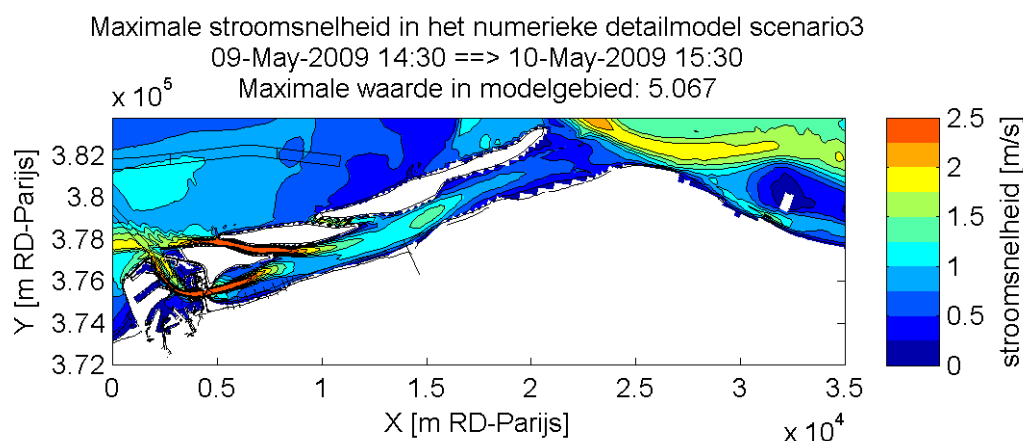
3.1.3. Scenario 3: Vlaamse Baaien (met doorsteek Zeebrugge)



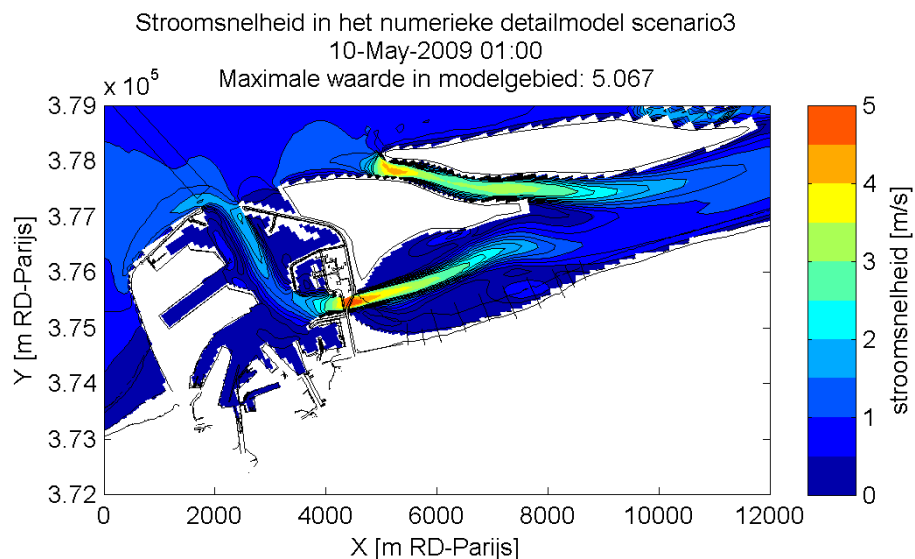
Figuur 22: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), snelheidsveld bij vloed (springtij)



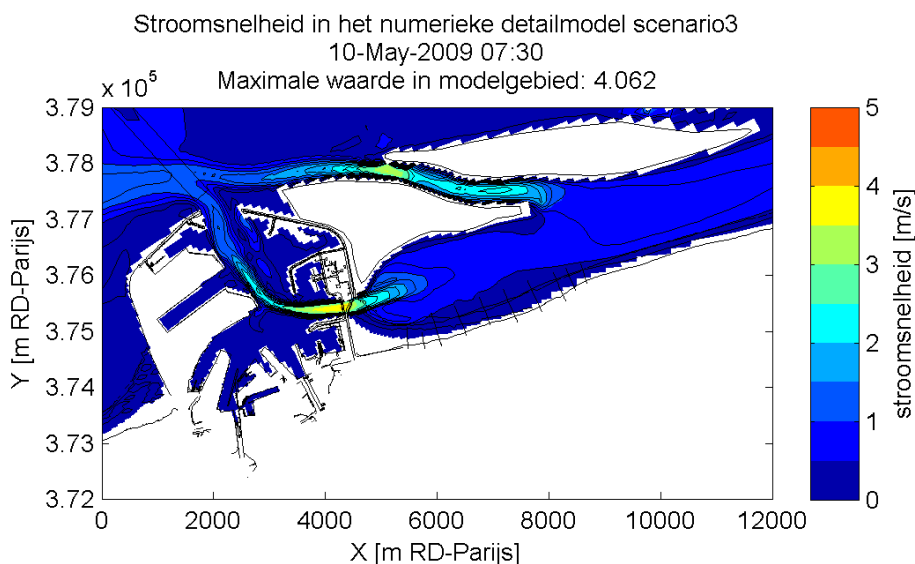
Figuur 23: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), snelheidsveld bij eb (springtij)



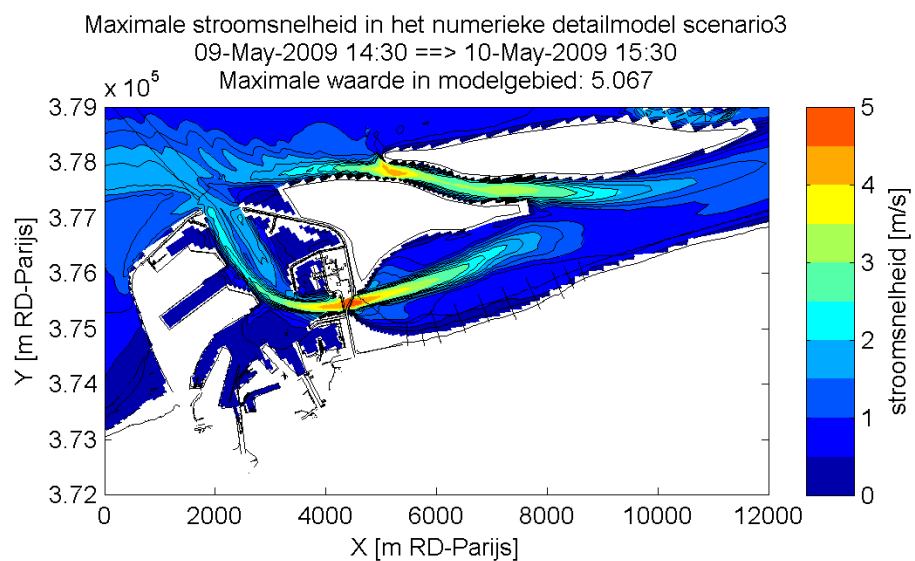
Figuur 24: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), maximale stroomsnelheden over een getij (springtij)



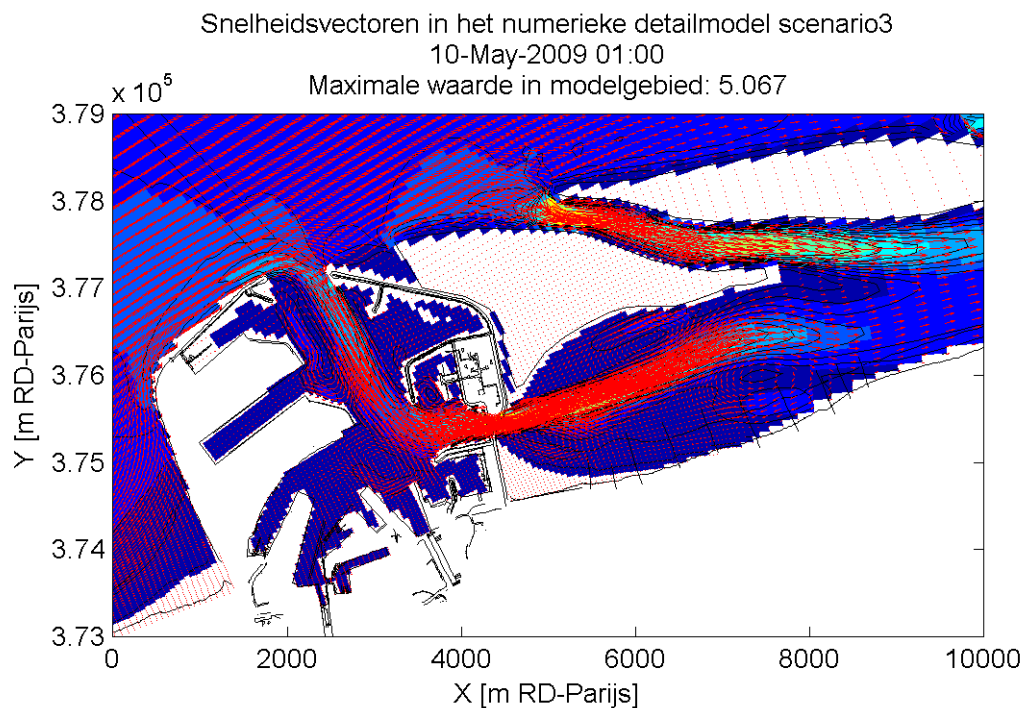
Figuur 25: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), detailbeeld snelheidsveld bij vloed (springtij)



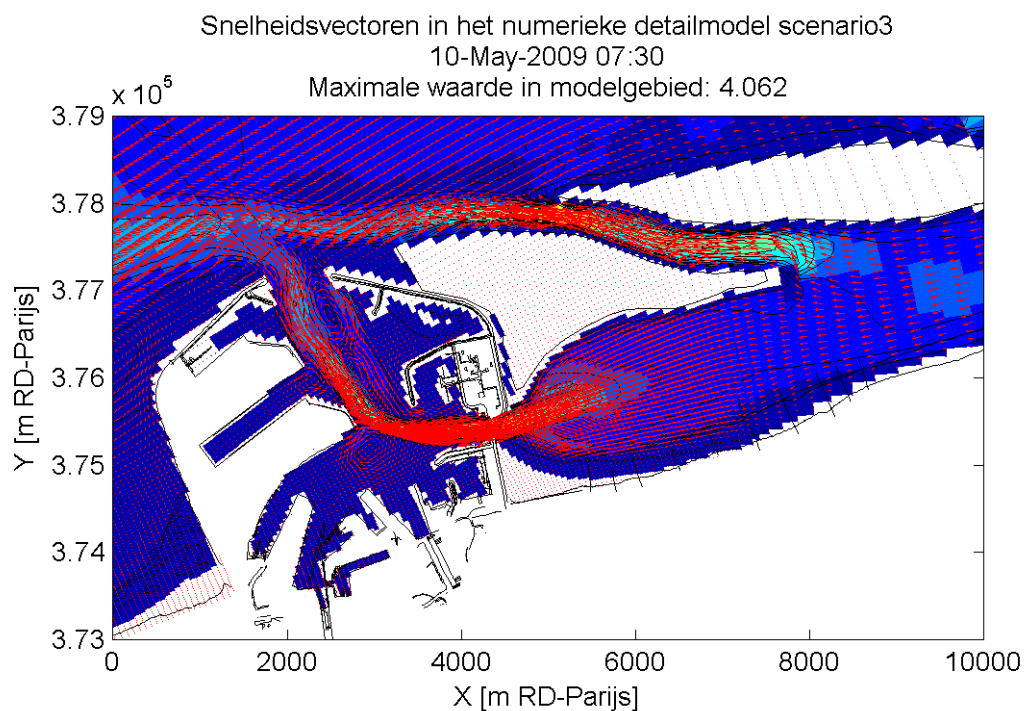
Figuur 26: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), detailbeeld snelheidsveld bij eb (springtij)



Figuur 27: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), detailbeeld maximale stroomsnelheden over een getij (springtij)

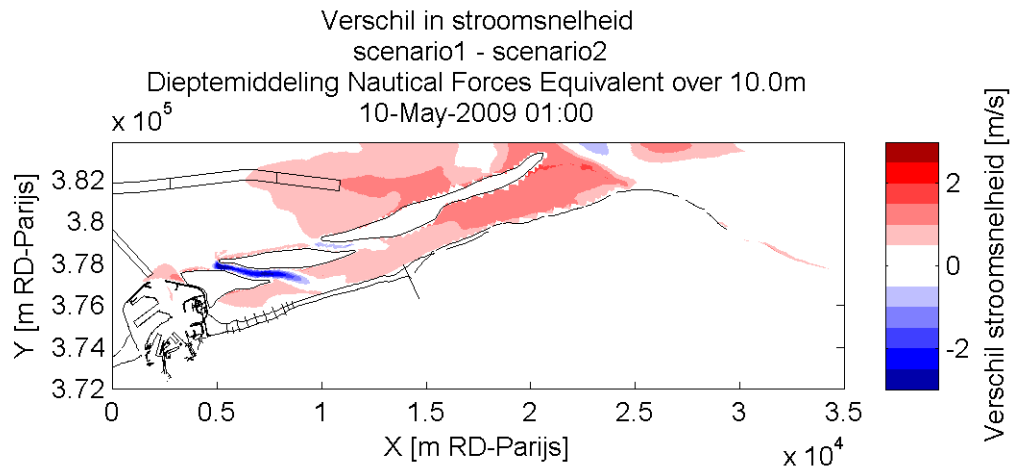


Figuur 28: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), snelheidsvectoren bij vloed (springtij)

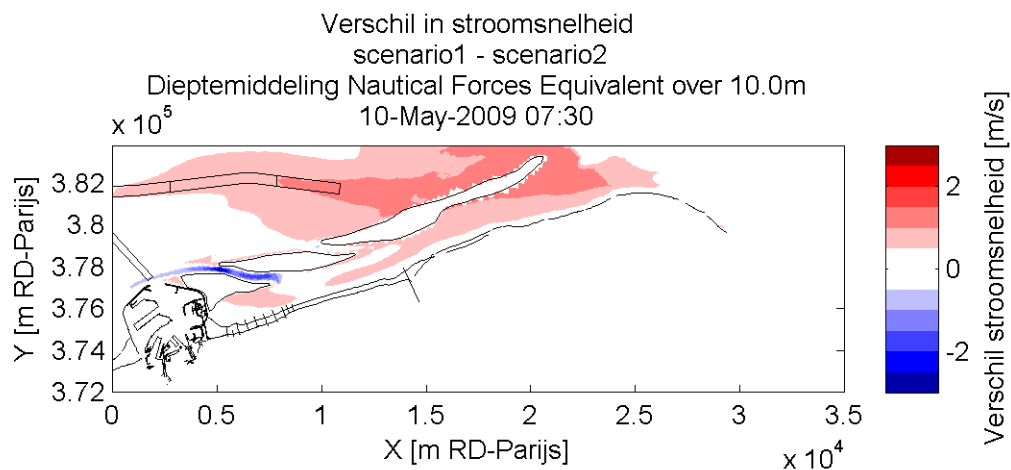


Figuur 29: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), snelheidsvectoren bij eb (springtij)

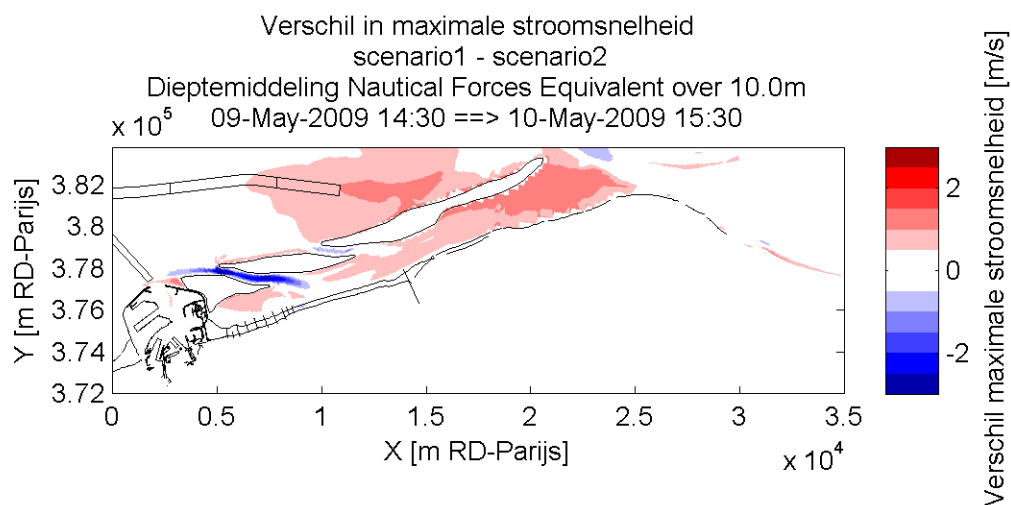
3.1.4. Verschil in stroomsnelheid scenario 1 – scenario 2



Figuur 30: verschil in stroomsnelheden scenario 1 – scenario 2 bij vloed (springtij)

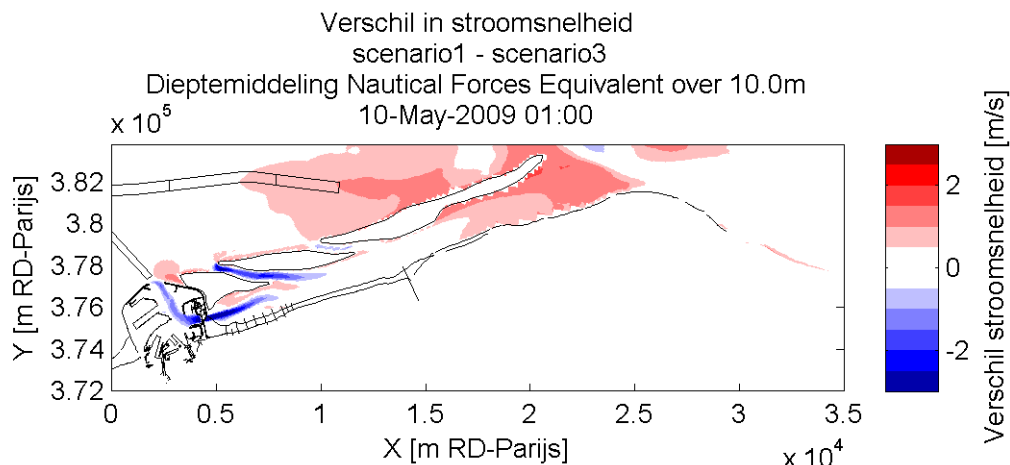


Figuur 31: verschil in stroomsnelheden scenario 1 – scenario 2 bij eb (springtij)

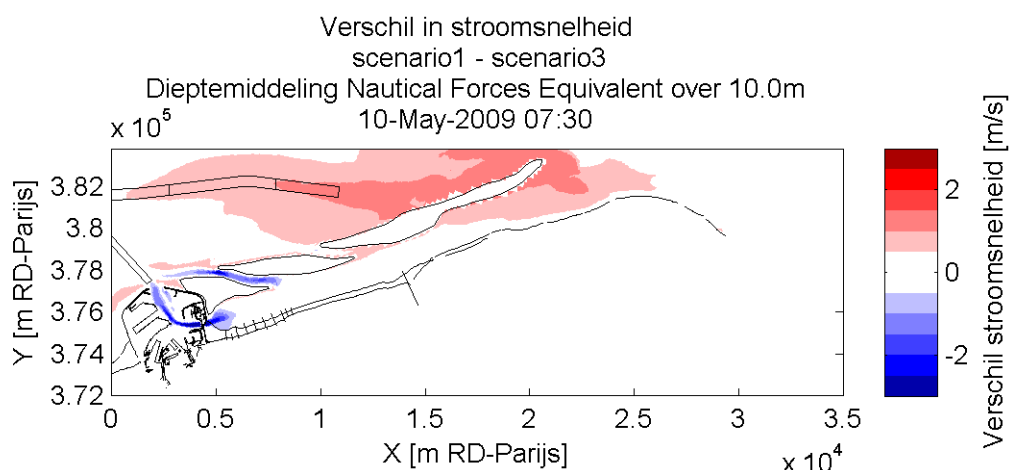


Figuur 32: verschil in maximale stroomsnelheden scenario 1 – scenario 2 over een getij (springtij)

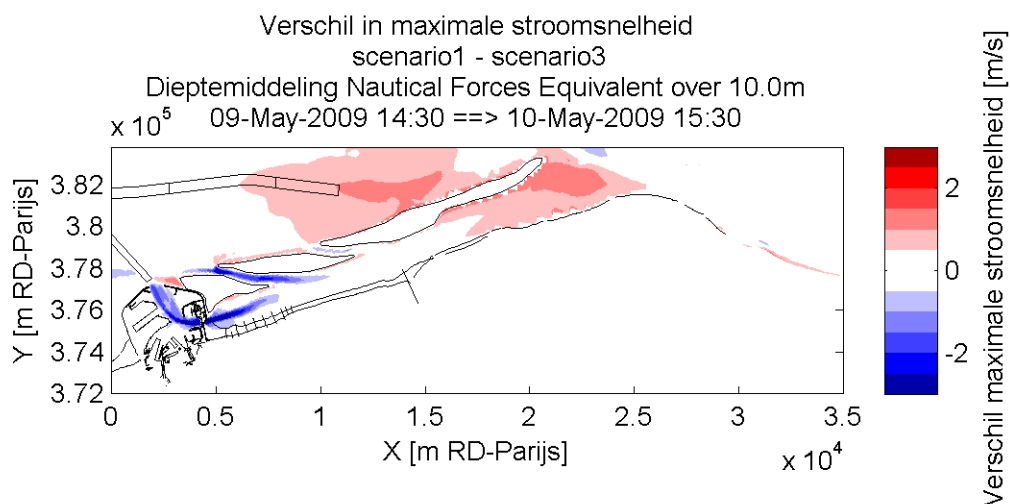
3.1.5. Verschil in stroomsnelheid scenario 1 – scenario 3



Figuur 33: verschil in stroomsnelheden scenario 1 - scenario 3 bij vloed (springtij)



Figuur 34: verschil in stroomsnelheden scenario 1 - scenario 3 bij eb (springtij)

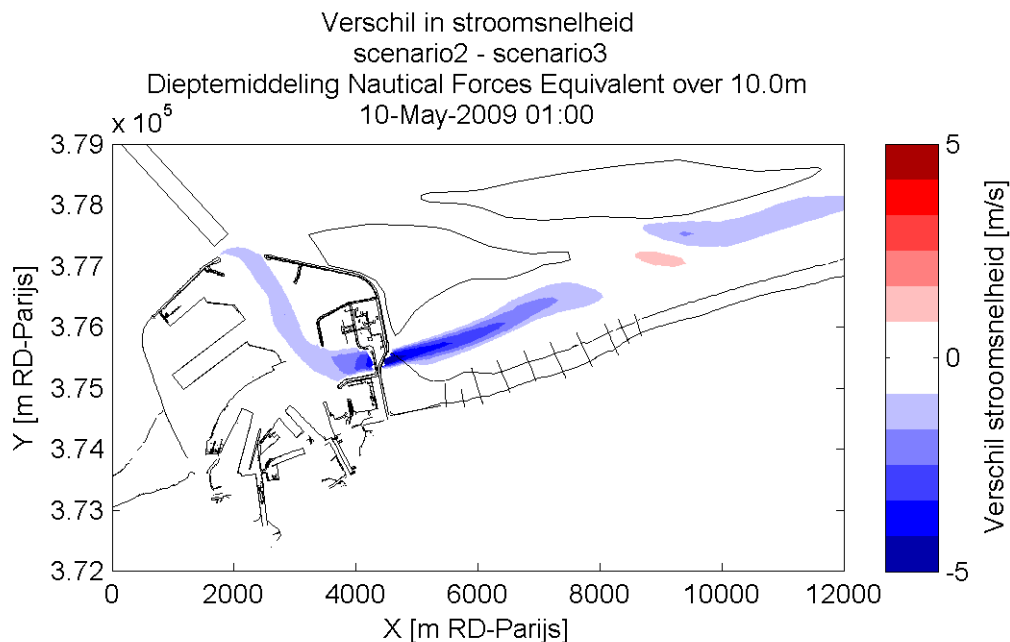


Figuur 35: verschil in maximale stroomsnelheden scenario 1 - scenario 3 over een getij (springtij)

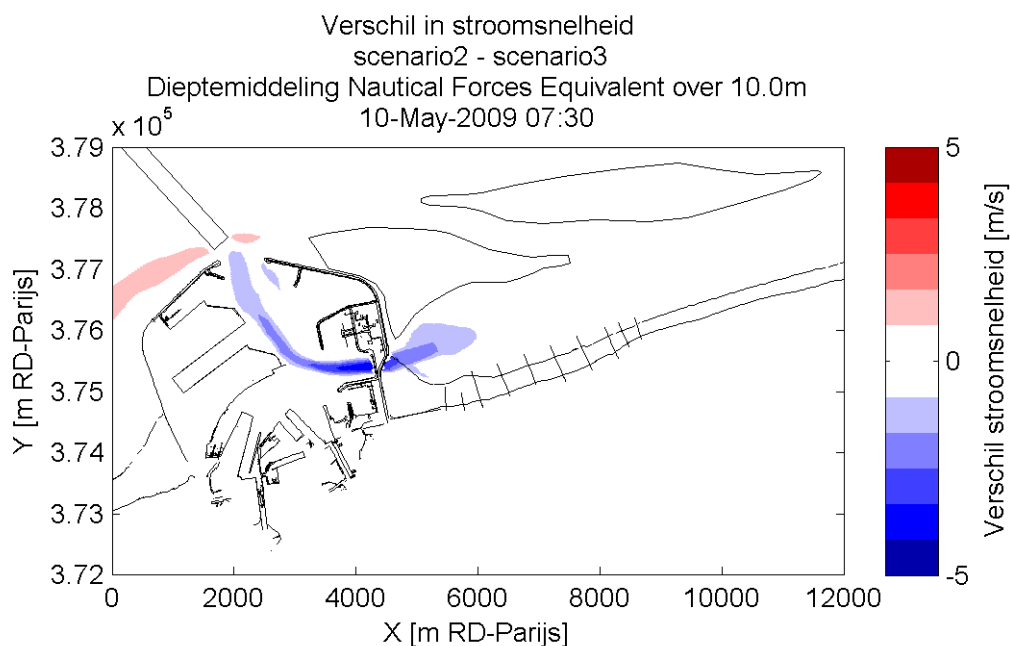
3.1.6. Verschil in stroomsnelheid scenario 2 – scenario 3

Zoals te verwachten is de stroomsnelheid met doorsteek hoger ter hoogte van de doorsteek dan in het geval zonder doorsteek, wat tot negatieve waarden in de verschilfiguren onder leidt. Dit verschil is merkbaar doorheen de hele haven, en achter de eilanden door tot aan de eerste connectiegeul met de open zee.

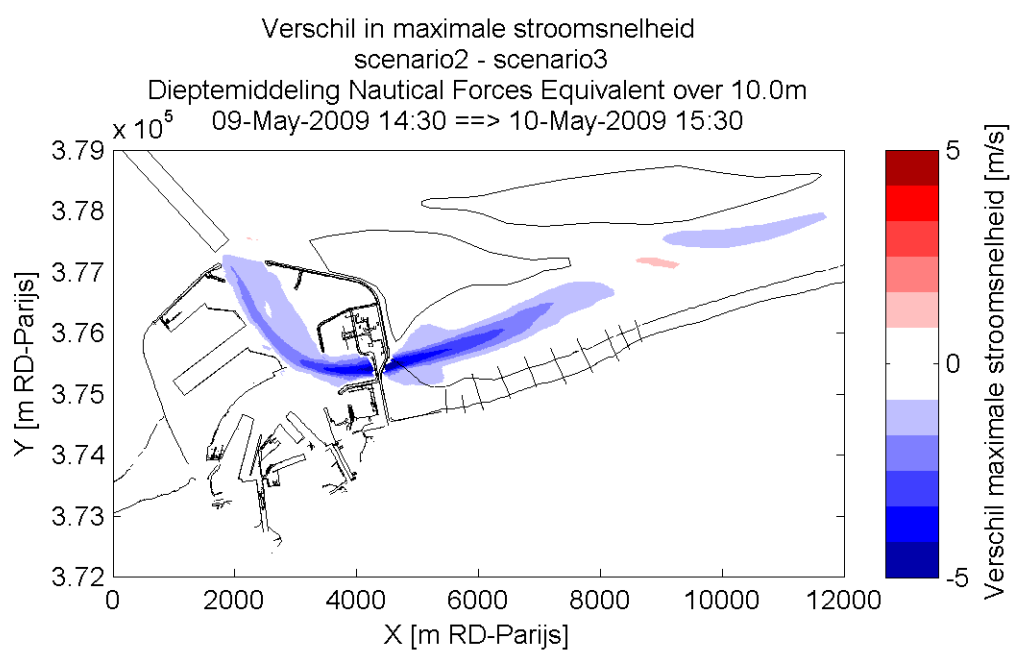
Zonder doorsteek is de ebsnelheid voor de havenmond iets hoger dan met doorsteek (positieve waarden in Figuur 37)



Figuur 36: detailbeeld verschil in stroomsnelheden scenario 2 – scenario 3 bij vloed (springtij)



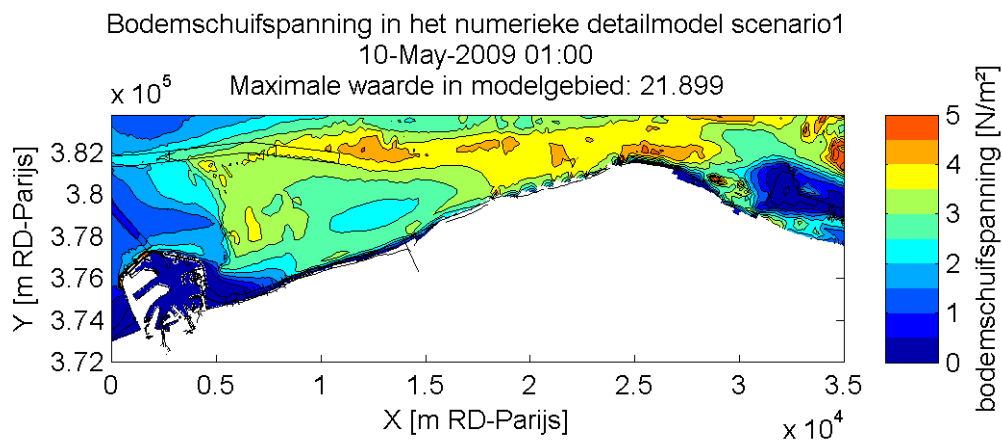
Figuur 37: detailbeeld verschil in stroomsnelheden scenario 2 – scenario 3 bij eb (springtij)



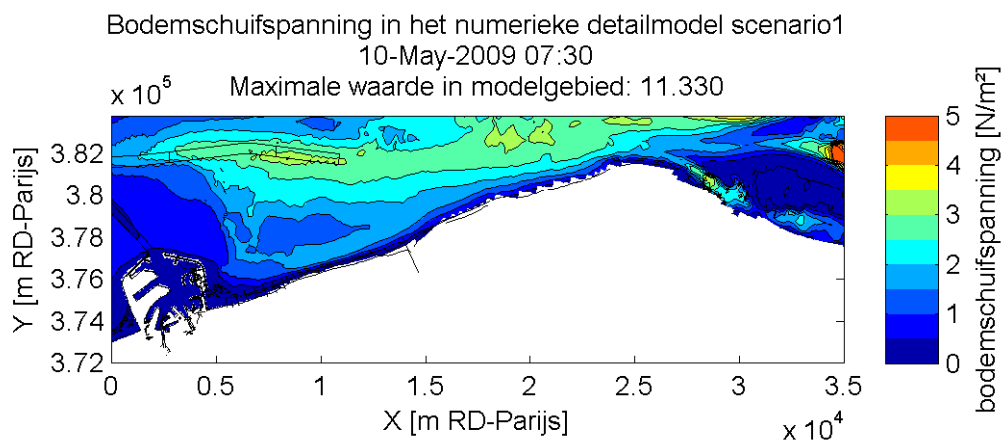
Figuur 38: detailbeeld verschil in maximale stroomsnelheden scenario 2 – scenario 3 over een getij (springtij)

3.2. Bodemschuifspanningen t.g.v. stroming

3.2.1. Scenario 1: Huidige toestand

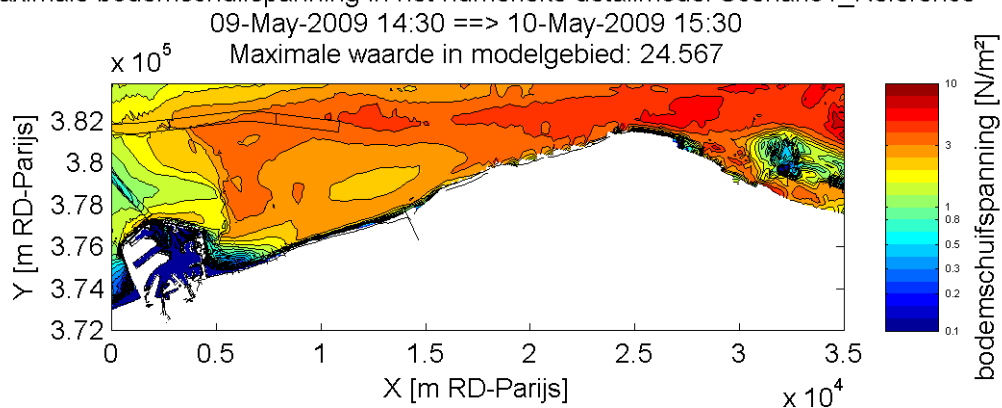


Figuur 39: scenario huidige toestand, bodemschuifspanningen bij vloed (springtij)



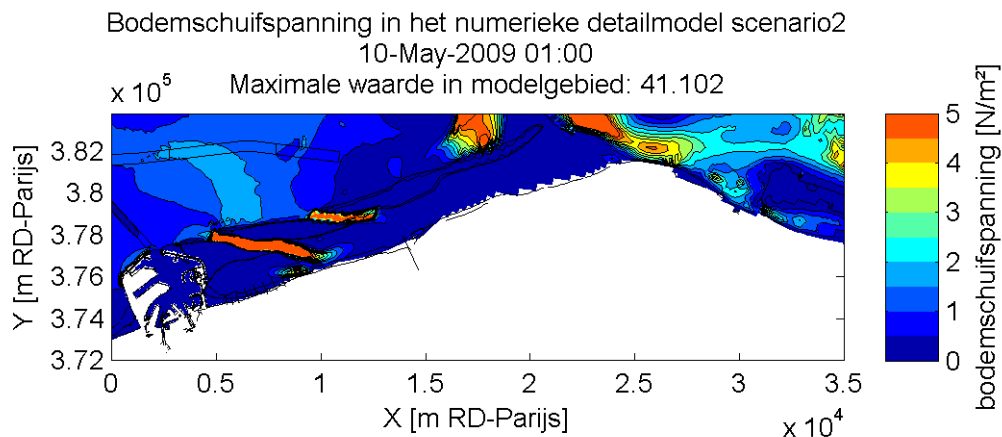
Figuur 40: scenario huidige toestand, bodemschuifspanningen bij eb (springtij)

Maximale bodemschuifspanning in het numerieke detailmodel Scenario1_Reference

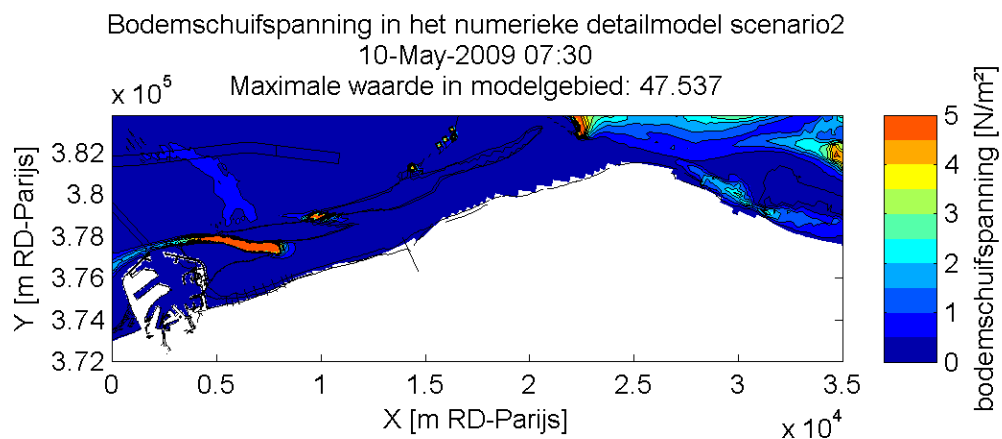


Figuur 41: scenario huidige toestand, maximale bodemschuifspanningen over een getij (springtij)

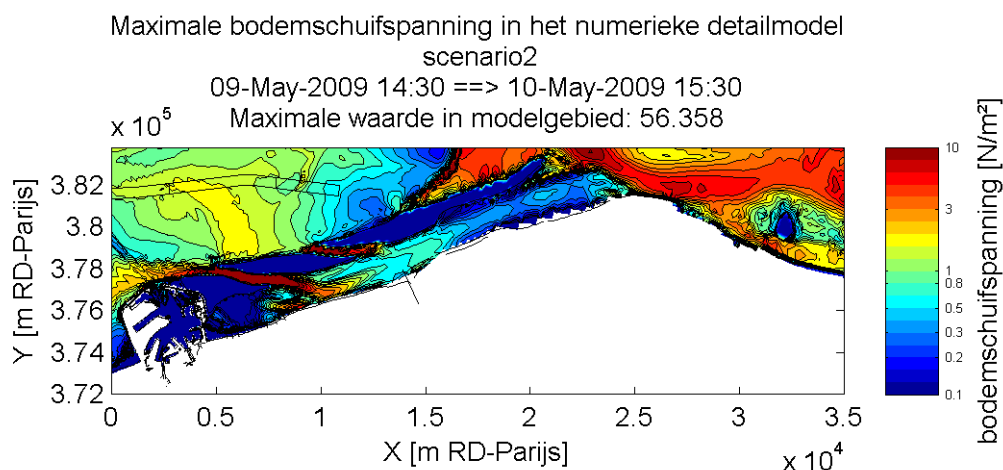
3.2.2. Scenario 2: Vlaamse Baaien (zonder doorsteek haven Zeebrugge)



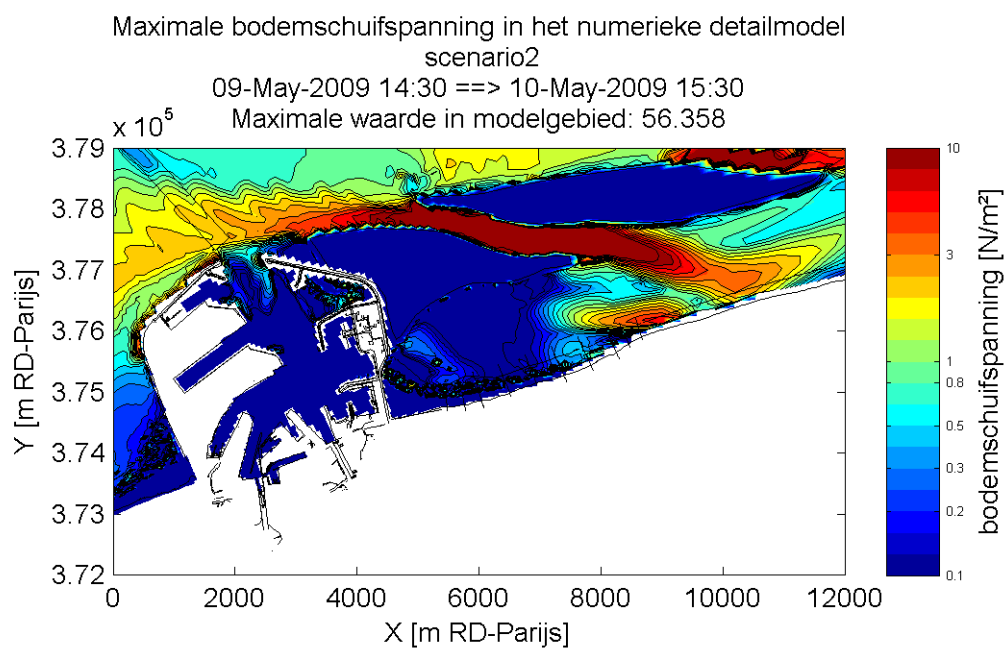
Figuur 42: scenario Vlaamse Baaien (zonder doorsteek), bodemschuifspanningen bij vloed (springtij)



Figuur 43: scenario Vlaamse Baaien (zonder doorsteek), bodemschuifspanningen bij eb (springtij)

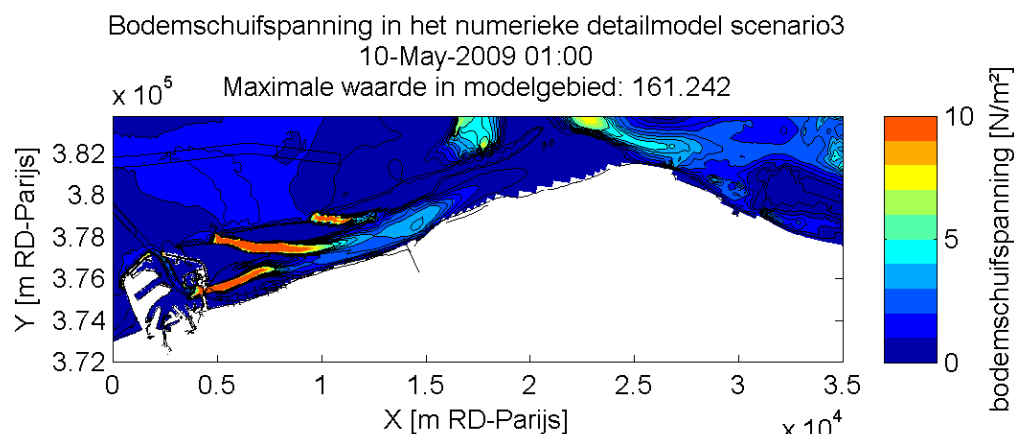


Figuur 44: scenario Vlaamse Baaien (zonder doorsteek), maximale bodemschuifspanningen over een getij (springtij)

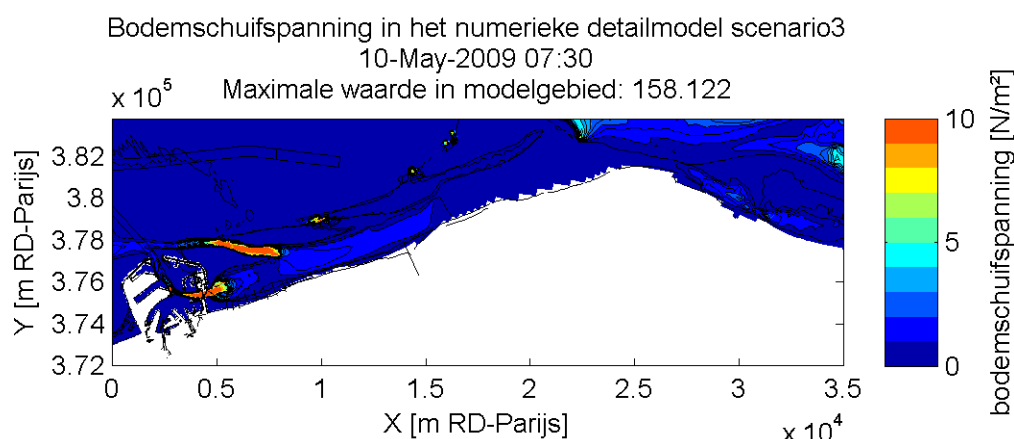


Figuur 45: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), detailbeeld maximale bodemschuifspanningen over een getij (springtij)

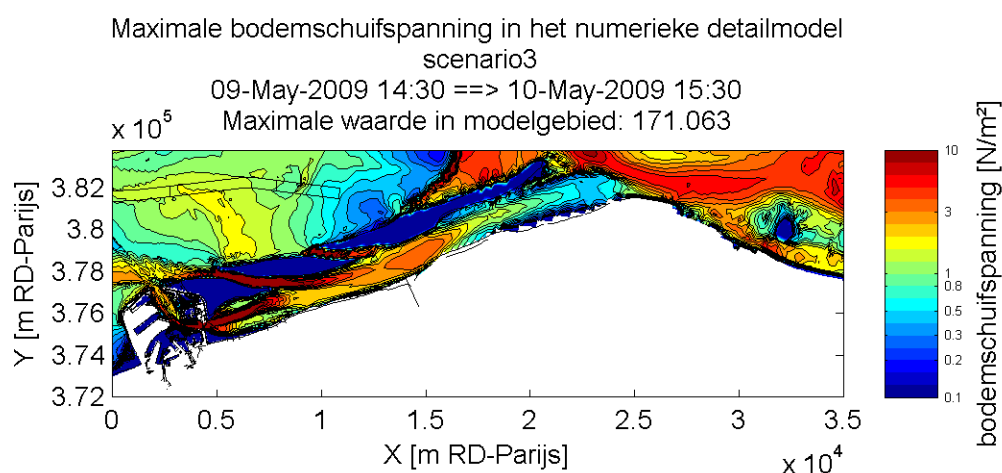
3.2.3. Scenario 3: Vlaamse Baaien (met doorsteek haven Zeebrugge)



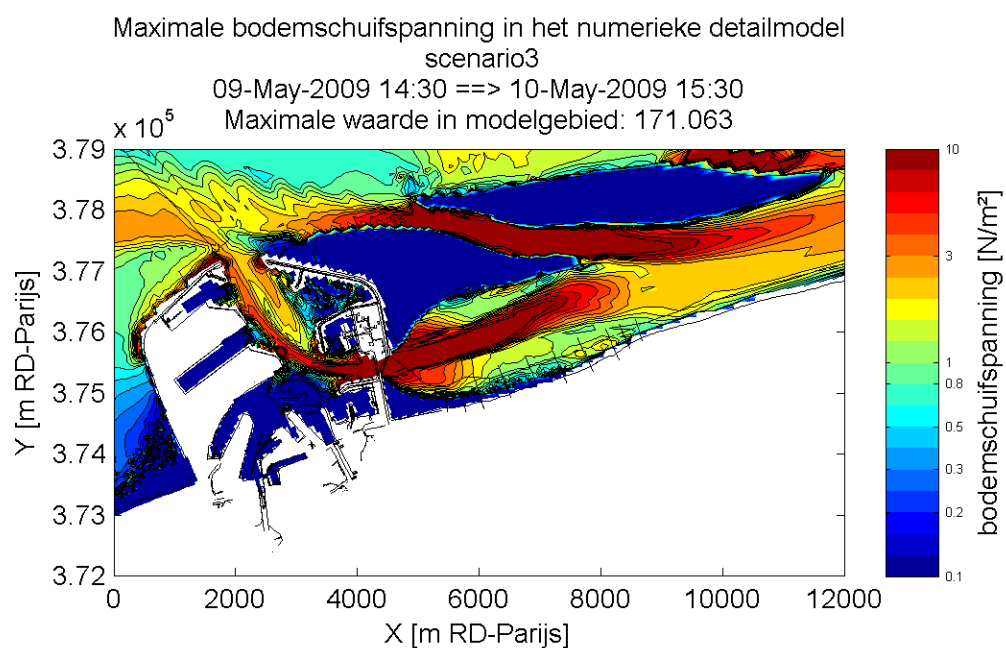
Figuur 46: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), bodemschuifspanningen bij vloed (springtij)



Figuur 47: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), bodemschuifspanningen bij eb (springtij)

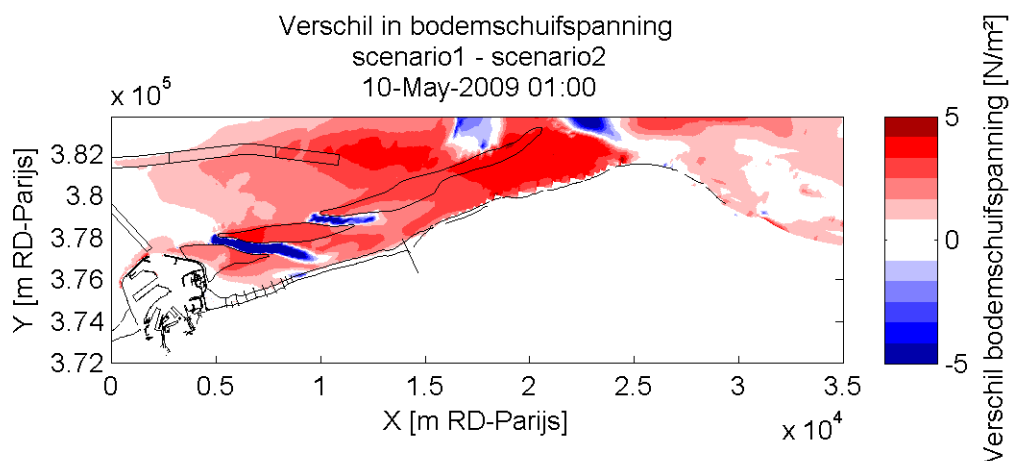


Figuur 48: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), maximale bodemschuifspanningen over een getij (springtij)

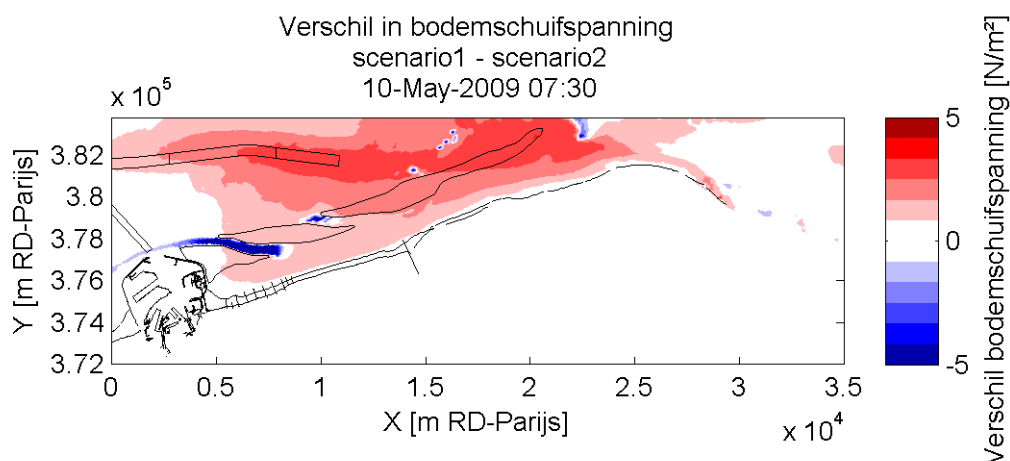


Figuur 49: scenario Vlaamse Baaien (met doorsteek), detailbeeld maximale bodemschuifspanningen over een getij (springtij)

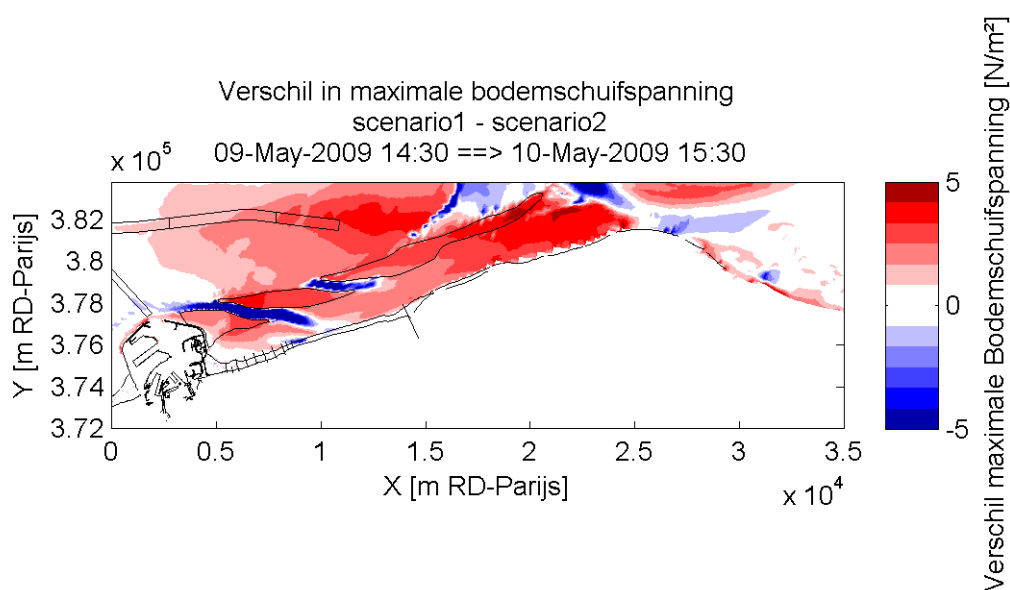
3.2.4. Verschil bodemschuifspanning scenario 1 – scenario 2



Figuur 50: verschil bodemschuifspanningen scenario 1 – scenario 2 bij vloed (springtij)

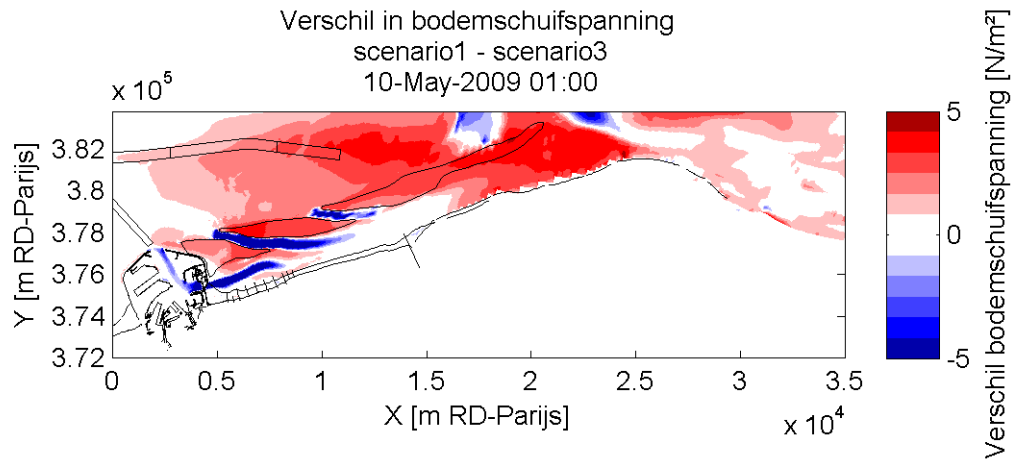


Figuur 51: verschil bodemschuifspanningen scenario 1 – scenario 2 bij eb (springtij)

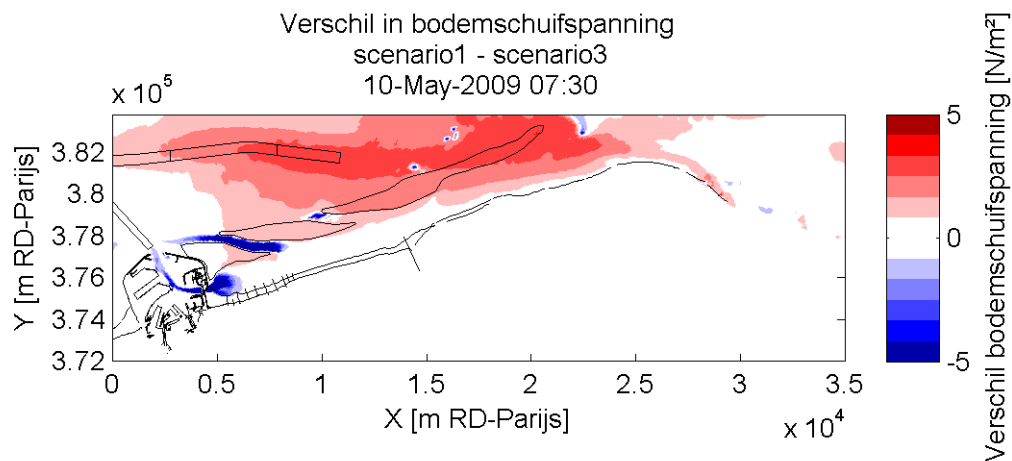


Figuur 52: verschil maximale bodemschuifspanningen scenario 1 – scenario 2 over een getij (springtij)

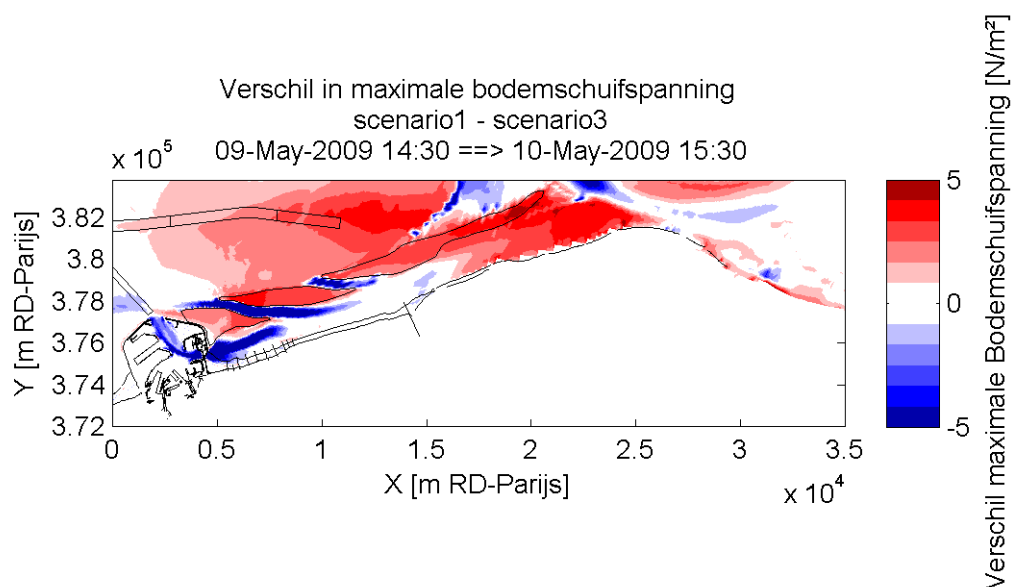
3.2.5. Verschil bodemschuifspanning scenario 1 – scenario 3



Figuur 53: verschil bodemschuifspanningen scenario 1 – scenario 3 bij vloed (springtij)

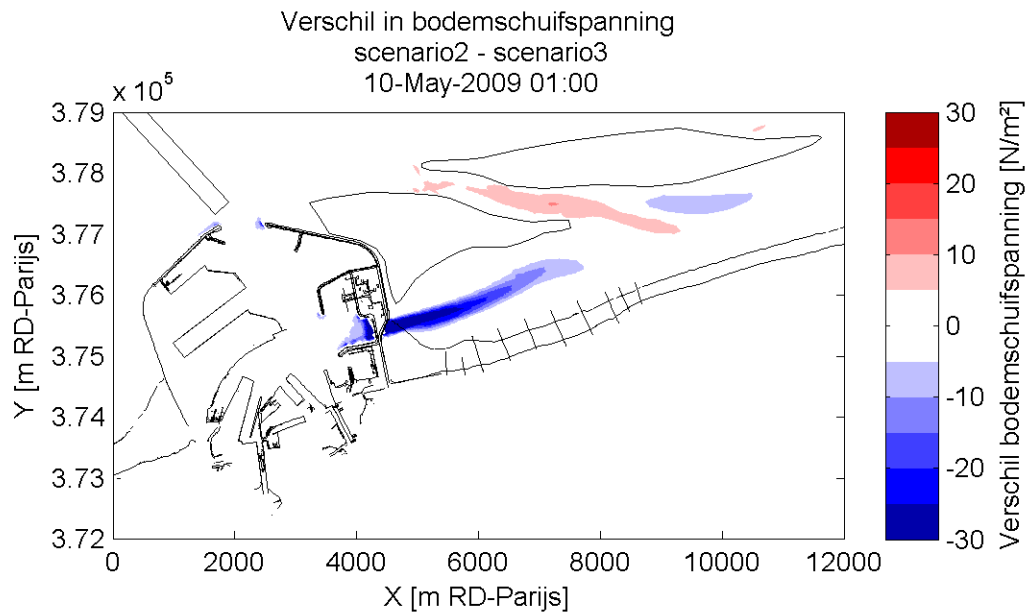


Figuur 54: verschil bodemschuifspanningen scenario 1 – scenario 3 bij eb (springtij)

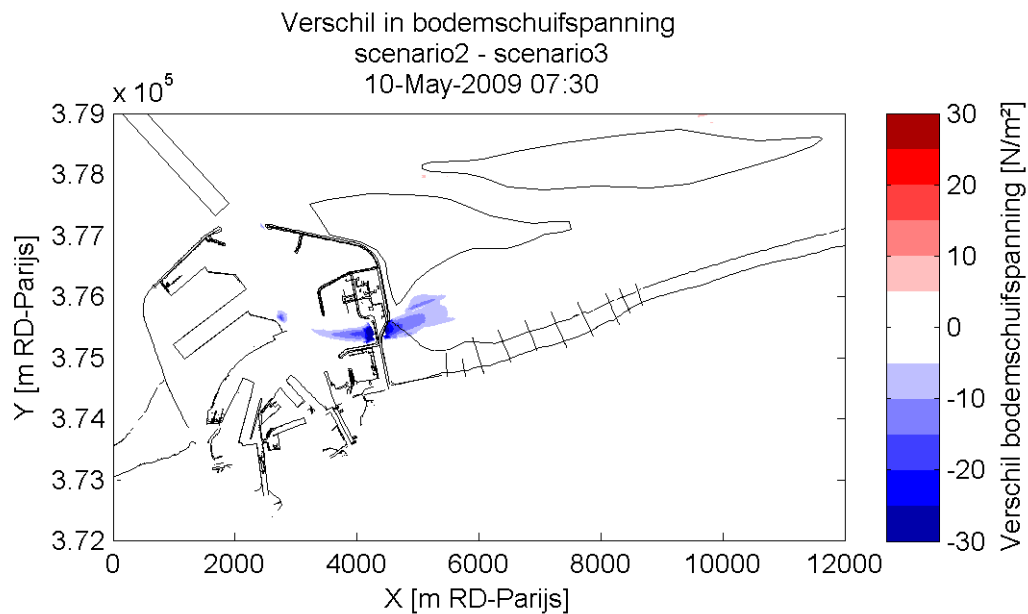


Figuur 55: verschil maximale bodemschuifspanningen scenario 1 – scenario 3 over een getij (springtij)

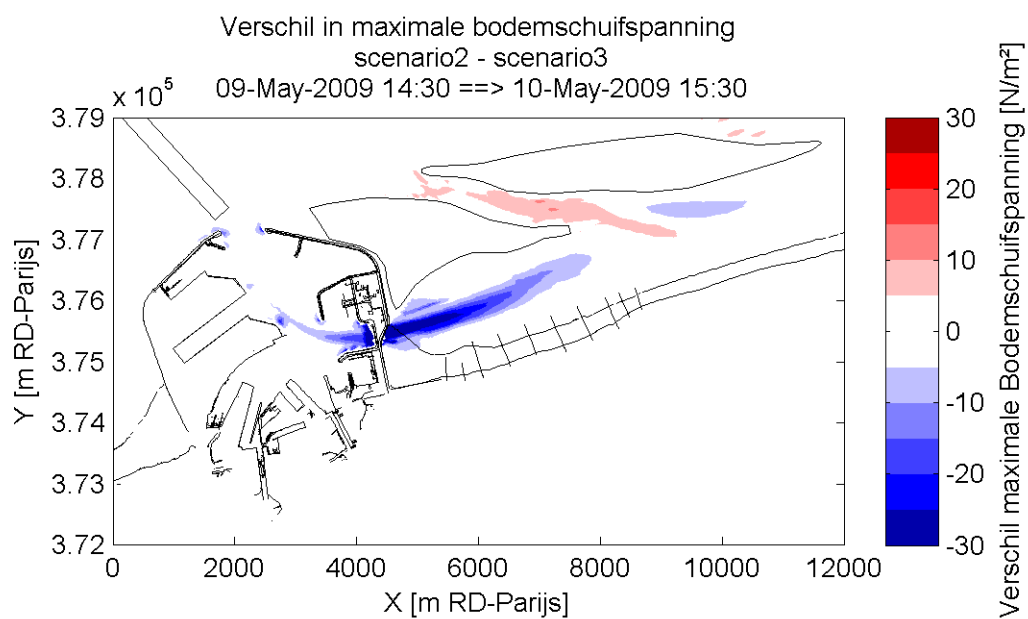
3.2.6. Verschil bodemschuifspanning scenario 2 – scenario 3



Figuur 56: detailbeeld verschil bodemschuifspanningen scenario 2 – scenario 3 bij vloed (springtij)



Figuur 57: detailbeeld verschil bodemschuifspanningen scenario 2 – scenario 3 bij eb (springtij)



Figuur 58: detailbeeld verschil maximale bodemschuifspanningen scenario 2 – scenario 3 over een getij (springtij)

4. Conclusies

4.1. Snelheid

Ten gevolge van de inplanting van de eilanden is de stroming in de kustzone gereduceerd. Wel wordt er in de doorgangen tussen de eilanden een sterke stroming waargenomen.

De doorsteek in de oostelijke havendam veroorzaakt grote snelheden in de haven, waarbij er tijdelijk neren kunnen ontstaan. Grote pieksnelheden treden op ter hoogte van de nieuwe toegang, waar het water door een vernauwde opening wordt gestuwd. Het effect van de opening is voelbaar in het kanaal naar de Appelzak en in de kustzone ter hoogte van het tweede eiland, maar heeft een verwaarloosbaar effect op de rest van het domein. Binnen dit project is het effect van het gewijzigde stroompatroon in de vaargeul en in het centraal deel van de buitenhaven op de nautische toegankelijkheid niet verder onderzocht, maar dit strekt wel tot de aanbeveling voor verder onderzoek.

4.2. Bodemschuifspanning

Wat bodemschuifspanningen betreft, dient genoteerd te worden dat deze nota de bodemschuifspanningen weergeeft ten gevolge van de verwachte stroomsnelheden. Bodemschuifspanningen ten gevolge van golven komen daar nog bovenop.

In de referentietoestand worden in de zone ten oosten van Zeebrugge maximale schuifspanningen door stroming verwacht boven de 2 Pa gehaald.

Analoog aan wat werd besproken voor de snelheden, veroorzaken de eilanden in scenario 2 zones van piekschuifspanningen in de doorgangen tussen de eilanden. De combinatie van hoge snelheden en bijhorende piekschuifspanningen zullen een effecten hebben op de morfologische dynamiek van deze geulen en bijgevolg op de stabiliteit van de eilanden op zich (door het proces van geulmigratie).

In scenario 2 is er verder een groot stuk tussen kust en eilanden (Cadzand tot Breskens) waar de schuifspanning niet meer boven de 1 Pa komt. Door de afschermende werking van de golven is er verder ook geen bodemschuifspanning door golven te verwachten in deze zone. Aanslibbing in deze zone is te verwachten. Tussen de oostelijke havendam en Knokke Heist valt om dezelfde reden ook aanslibbing te verwachten. De mogelijke gevolgen van deze potentiële aanslibbing op de stranden ten oosten van Zeebrugge dient verder onderzocht te worden.

In scenario 3 (open doorsteek naar de haven) wordt in de zone tussen de oostelijke havendam en Knokke-Heist veel hogere bodemschuifspanningen (tot meer dan 10 Pa) verwacht dan in scenario 2, zodat niet aanslibbing maar erosie van de zandbodem daar een aandachtspunt wordt.

In scenario 3 worden door de extra opening ook grotere bodemschuifspanningen gegenereerd in de zone tussen Cadzand en Breskens (achter de eilanden), al is het niet eenduidig te voorspellen op basis van de beschikbare resultaten of het slib daar zal blijven liggen.

Zowel in scenario 2 als 3 is een belangrijke daling te merken van de bodemschuifspanning in de zone onmiddellijk zeewaarts van de eilanden. Het veranderde stroompatroon zal een belangrijke invloed hebben op de slibdynamiek in deze zone (meso-schaal). Voor de uitwerking van dit effect wordt best een slibmodel ingezet met een groter ruimtelijk bereik, inclusief golfwerking.

4.3. Aanbevelingen

Voor deze nota werden enkel stromingsresultaten besproken tijdens springtij, wat borgt dat de maximale stroomsnelheden en bodemschuifspanningen goed in beeld komen. In vervolgonderzoek strekt het tot de aanbeveling om een volledige springtij-doodtij cyclus van stromingen in beeld te brengen, om ook de ondergrenzen in beeld te hebben, en overschrijdingsfrequenties te kunnen inschatten.

Bodemschuifspanning, en dus erosie en depositie worden in de kustzone ook veroorzaakt door golfwerking. Gezien de beperkte doorlooptijd werden golven niet meegenomen in deze studie, maar voor een volledig beeld van het effect van een scenario te krijgen, dienen golven natuurlijk ook meegenomen te worden.

Om de effecten op de slibdynamiek in de kustzone en de impact op de slibbalans in de Schelde in te schatten van ingrepen op meso-schaal in de monding zoals in onderhavig rapport, is een aangepast instrumentarium voor grootschalige slibberekeningen nodig. Het is aan te bevelen om te investeren in de opmaak van een dergelijk instrument om in te kunnen zetten in scenario-onderzoek.

Naast slibtransport (en op een hoger complexiteitsniveau) is het ook belangrijk om aandacht te besteden aan de morfologische respons van het systeem op voorliggende ingreep. Deze respons speelt zowel op meso-schaal als op kleinere schaal in de stabiliteit van de geultjes die tussen de eilanden worden voorzien. Voor een morfologisch model is een goed sedimenttransportmodel onder golven en stroming noodzakelijk.

5. Referenties

IMDC (2013) Havenuitbreiding Zeebrugge. Resultaten numeriek scenario-onderzoek, Telemac (Scenario J1). E/RA/11401/13.297/JUD/ Versie 1.0

Leyssen, G.; De Maerschallck, B.; Vanlede, J. (2012). Model schematisation: Sediment transport Zeebrugge. Version 1_0. WL Rekennota, 753_17. Flanders Hydraulics Research: Antwerp, Belgium



Waterbouwkundig Laboratorium

Flanders Hydraulics Research

Berchemlei 115

B-2140 Antwerpen

Tel. +32 (0)3 224 60 35

Fax +32 (0)3 224 60 36

E-mail: waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be

www.waterbouwkundiglaboratorium.be